

**Escuela Superior Politécnica del Litoral**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción**

Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado  
automatizado de yogurt griego

INGE-2933

**Proyecto Integrador**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero en Mecatrónica**

Presentado por:

William Andrew Tomalá Zapata

Kenyi Jair Triviño Cazorla

Guayaquil - Ecuador

Año: 2025

## **Dedicatoria**

---

El presente proyecto se lo dedico a Dios por la sabiduría y discernimiento que me ha dado, a mis padres, por su ejemplo de perseverancia, por creerme en mi cuando más lo necesitaba y por enseñarme que los sueños se alcanzan con esfuerzo, a mis hermanos quienes siempre me motivaron a seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles, a mis abuelos por su enorme apoyo incondicional, y a mi persona especial cuya compañía discreta y constante fue fundamental en cada paso de este recorrido.

**William Andrew Tomalá Zapata**

## Dedicatoria

---

Dedico el presente proyecto en primer lugar a Dios, ya que, gracias a él, he logrado concluir esta etapa de mi vida, formándome como todo un profesional, a mis padres por haberme forjado como la persona que hoy en día soy, muchos de mis logros se los debo a ustedes y sé que este no podría faltar entre ellos, a mis hermanos por estar ahí para mí en cada momento, en las buenas y en las malas y por último pero no menos importante a la familia que escogí y que amo con todo mi ser, mi amada esposa y nuestro bello y hermoso hijo, con quienes sigo creciendo y aprendiendo cada día más acerca de la vida, por su sacrificio y esfuerzo diario, por su cariño, paciencia y más que todo por su amor, el cual me motiva a dar lo mejor de mí día tras día, por eso este logro se los dedico a ustedes, ya que son la fuente de mi amor, inspiración y motivación.

**Kenyi Jair Triviño Cazorla.**

## Agradecimientos

---

Mi más sincero agradecimiento a Marcelo Fajardo Pruna, por su guía académica y compromiso en cada una de las etapas que conllevaron a realizar este proyecto, a mis compañeros de trabajos por su apoyo constante. Finalmente, a mi familia, por ser mi pilar emocional y fuente de inspiración.

**William Andrew Tomalá Zapata**



## Agradecimientos

---

Agradezco a mi familia por estar allí en cada momento guiándome en cada paso sin importar la distancia, a mi amada esposa por la comprensión, el sacrificio y su amor incondicional, a mi familia política por su apoyo y generosidad, a cada uno de mis profesores en ESPOL que me supieron compartir e impartir su conocimiento, con mención especial a mi tutor, Marcelo Fajardo por su guía en la realización de este proyecto. Por último, quiero agradecer a mi hijo por ser el motor de mi vida y las ganas de ser mejor persona cada día.

**Kenyi Jair Triviño Cazorla**

## Declaración Expresa

---

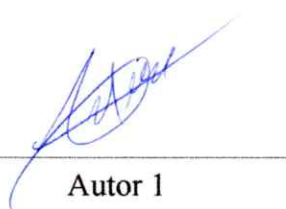
Nosotros William Andrew Tomalá Zapata y Kenyi Jair Triviño Cazorla acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de nuestra innovación, de ser el caso.

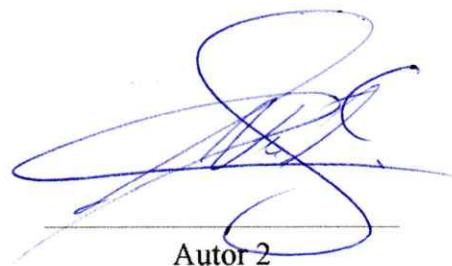
En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique a los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 21 de mayo del 2025.



---

Autor 1  
William Andrew Tomalá  
Zapata



---

Autor 2  
Kenyi Jair Triviño  
Cazorla

## **Evaluadores**

---

**Jorge Luis Hurel Ezeta**

Profesor de Materia

---

**Marcelo Rodolfo Fajardo Pruna**

Tutor de proyecto

## **Resumen**

El presente proyecto integrador se desarrolla con el objetivo de reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego, bajo la hipótesis de que la aplicación de una metodología estructurada en fases de puesta en marcha, aprendizaje y optimización permitirá mejorar la eficiencia y confiabilidad del proceso productivo. La justificación radica en la necesidad de reducir fallas recurrentes en el sellado, calibración y paradas inesperadas, garantizando así un desempeño más estable y competitivo. Para el desarrollo, se emplearon estrategias de medición, software de diseño asistido por computadora y metodologías de análisis de fallas, tomando como referencia normas aplicables como INEN 1334, ISO 22000, IEC 60204-1 y 3-A Sanitary Standards, lo cual aseguró un enfoque integral que combinó aspectos técnicos, eléctricos y sanitarios. Los resultados obtenidos evidenciaron que, tras la aplicación de la metodología, se logró una disminución significativa de fallas críticas, una mayor estabilidad operativa y una mejora en la calidad del producto final. En conclusión, el proyecto confirma que la aplicación de una metodología sistemática y el cumplimiento normativo permiten alcanzar procesos productivos más confiables, sostenibles y eficientes a largo plazo.

**Palabras Clave:** eficiencia operativa, seguridad alimentaria, reacondicionamiento, mantenimiento preventivo.

## ***Abstract***

*This project addresses the operational challenges of an automated rotary filling machine for Greek yogurt, establishing as an objective the enhancement of its reliability and efficiency through a systematic improvement model. The hypothesis states that by formalizing processes, implementing preventive maintenance, and aligning operations with international standards, the machine can achieve optimal and sustainable performance. The justification lies in the need to strengthen the productive capacity of the dairy industry while ensuring compliance with food safety and quality requirements. The development of the project involved the replacement of the Allen Bradley PLC with a Siemens S7-1200, the integration of capacitive level sensors, and the application of techniques such as root cause analysis. Standards such as INEN 1334, ISO 22000, IEC 60204-1, and 3-A Sanitary Standards were applied as regulatory framework. The results showed a reduction in critical failures during the startup and learning phases, and a progressive stabilization of operations, achieving an optimized production process with fewer interruptions. It is concluded that the incorporation of structured methodologies and regulatory compliance allows the machine to sustain a high-performance level, transforming it into a reliable and efficient production asset.*

*Keywords: Automation, Food Safety, Preventive Maintenance, Dairy Industry*

## Índice general

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| Resumen .....                                          | 8  |
| <i>Abstract</i> .....                                  | 9  |
| Índice general .....                                   | 10 |
| Abreviaturas (se colocan en orden alfabético) .....    | 12 |
| Simbología (se colocan en orden alfabético) .....      | 13 |
| Índice de figuras .....                                | 14 |
| Índice de tablas .....                                 | 14 |
| ÍNDICE DE PLANOS .....                                 | 15 |
| Capítulo 1 .....                                       | 16 |
| 1.1 Introducción .....                                 | 17 |
| 1.2 Descripción del Problema .....                     | 19 |
| 1.3 Justificación del Problema .....                   | 21 |
| <i>1.4.1 Objetivo general</i> .....                    | 22 |
| <i>1.4.2 Objetivos específicos</i> .....               | 22 |
| 1.5 Marco teórico .....                                | 23 |
| Capítulo 2 .....                                       | 26 |
| 2.1 Formulación de alternativas de solución .....      | 27 |
| 2.2 Especificaciones técnicas del producto final ..... | 27 |
| 2.3 Selección de la mejor alternativa .....            | 29 |
| 2.4 Diseño conceptual y metodología seguida .....      | 31 |
| 2.5 Diseño detallado del sistema reacondicionado ..... | 34 |
| 2.4 Muestreo y validación experimental .....           | 37 |
| 2.5 Consideraciones normativas .....                   | 38 |
| Capítulo 3 .....                                       | 39 |
| 3. Resultados y análisis .....                         | 40 |
| Capítulo 4 .....                                       | 57 |

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| 4.1 Conclusiones y recomendaciones ..... | 58 |
| 4.1.1 Conclusiones .....                 | 58 |
| 4.1.2 Recomendaciones .....              | 60 |
| Referencias .....                        | 61 |

## **Abreviaturas**

CIP    Clean In Place

ESPOL   Escuela Superior Politécnica del Litoral

ESPOCH    Escuela Superior Politécnica del Chimborazo

EPN   Escuela Politécnica Nacional

FEA   Finite Element Analysis

HMI   Human-Machine Interface

IEC   International Electrotechnical Commission

INEN   Instituto Ecuatoriano de Normalización

ISO   International Organization for Standardization

OEE   Overall Equipment Effectiveness

PLC   Programmable Logic Controller

RCM   Reliability-Centered Maintenance

SMED   Single-Minute Exchange of Dies

UTN   Universidad Técnica del Norte



## Simbología

g Gramo

Hz Hertz

ml Mililitro

mm Milímetro

MPa Megapascal

Psi Pounds per Square Inch

V Voltio

VDC Volts Direct Current

VAC Volts Alternating Current

Watts Vatios

## Índice de figuras

|                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 <i>Incremento del mercado del yogurt</i> .....                                              | 17 |
| Figura 2 <i>Metodología V de diseño mecatrónico</i> .....                                            | 31 |
| Figura 3 <i>Diagrama de flujo de metodología seguida</i> .....                                       | 32 |
| Figura 4 <i>Posición de sensores de nivel de llenado en la tolva</i> .....                           | 35 |
| Figura 5 <i>Sensor inductivo del termosellado</i> .....                                              | 36 |
| Figura 6 <i>Comunicación utilizada entre HMI y PLC</i> .....                                         | 36 |
| Figura 7 <i>Tablero reorganizado para la máquina rotativa de yogurt</i> .....                        | 40 |
| Figura 8 <i>Electrocanal instalado en el área de trabajo</i> .....                                   | 41 |
| Figura 9 <i>Incorporación del HMI KPT-700</i> .....                                                  | 41 |
| Figura 10 <i>Tolva con sensores capacitivos para la correcta lectura de nivel</i> .....              | 42 |
| Figura 11 <i>Interfaz principal del HMI</i> .....                                                    | 42 |
| Figura 12 <i>Interfaz de proceso automático del HMI</i> .....                                        | 43 |
| Figura 13 <i>Indicadores de la interfaz de proceso automático del HMI</i> .....                      | 43 |
| Figura 14 <i>Sensores reflectivos para detección del paso de vasos</i> .....                         | 44 |
| Figura 15 <i>Reemplazo de cilindro actuador giratorio en la estación de lámina de aluminio</i> ..... | 45 |
| Figura 16 <i>Diseño reacondicionado de maquina rotativa</i> .....                                    | 46 |
| Figura 17 <i>Von Mises de la máquina y su elemento más crítico</i> .....                             | 47 |
| Figura 18 <i>Primer esfuerzo principal de la máquina y su elemento más crítico</i> .....             | 48 |
| Figura 19 <i>Tercer esfuerzo principal de la máquina y su elemento más crítico</i> .....             | 48 |
| Figura 20 <i>Desplazamiento de la máquina y su elemento más crítico</i> .....                        | 49 |
| Figura 21 <i>Coeficiente de seguridad de la máquina y su elemento más crítico</i> .....              | 50 |
| Figura 22 <i>Curva de mejora continua</i> .....                                                      | 55 |

## Índice de tablas

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1 <i>Especificaciones técnicas del producto final</i> ..... | 29 |
| Tabla 2 <i>Criterios de Selección de alternativas</i> .....       | 30 |
| Tabla 3 <i>Resumen consolidado de rendimiento</i> .....           | 54 |

## ÍNDICE DE PLANOS

- PLANO 1 Plano eléctrico de la alimentación eléctrica de la maquina llenadora
- PLANO 2 Plano eléctrico de la Maquina llenadora
- PLANO 3 Plano de control de conteo de tapas
- PLANO 4 Plano de control de máquina rotativa de llenado
- PLANO 5 Plano mecánico del conjunto global de la máquina (INGE.2293.001.A3)
- PLANO 6 Plano mecánico del subconjunto 1 (Alimentador de láminas) (INGE.2293.100.A3 ... INGE.2293.107.A3)
- PLANO 7 Plano mecánico del subconjunto 2 (Alimentador de vasos) (INGE.2293.200.A3 ... INGE.2293.206.A3)
- PLANO 8 Plano mecánico del subconjunto 3 (Dosificador) (INGE.2293.300.A3 ... INGE.2293.307.A3)
- PLANO 9 Plano mecánico del subconjunto 4 (Mesa) (INGE.2293.400.A3 ... INGE.2293.409.A3)
- PLANO 10 Plano mecánico de la brida central (INGE.2293.002.A3)
- PLANO 11 Plano mecánico del rodamiento de la brida central del eje (INGE.2293.003.A3)
- PLANO 12 Plano mecánico del perno de la brida central del eje (INGE.2293.004.A3)
- PLANO 13 Plano mecánico del perno de las bridas externas de la mesa (INGE.2293.005.A3)
- PLANO 14 Plano mecánico del subconjunto 5 (Plato rotatorio) (INGE.2293.500.A3 ... INGE.2293.504.A3)
- PLANO 15 Plano mecánico del subconjunto 6 (Válvula Mariposa) (INGE.2293.600.A3 ... INGE.2293.605.A3)
- PLANO 16 Plano mecánico del subconjunto 7 (Tolva) (INGE.2293.700.A3 ... INGE.2293.709.A3)
- PLANO 17 Plano mecánico del subconjunto 8 (Soporte del sensor de láminas) (INGE.2293.800.A3 ... INGE.2293.805.A3)

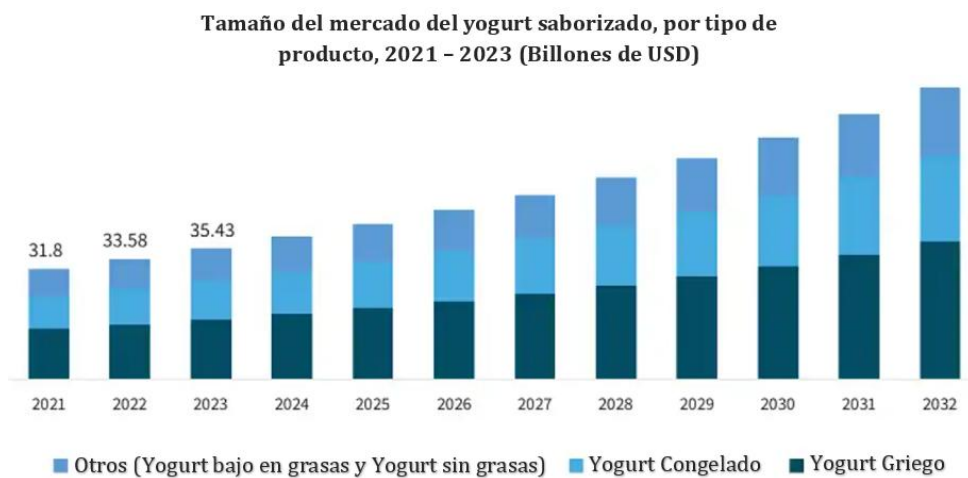
## **Capítulo 1**

## 1.1 Introducción

En la industria láctea, el yogurt griego ha adquirido una posición destacada dentro del mercado de productos alimenticios por su valor nutricional, textura espesa y alta demanda, este impacto positivo se observa en la Figura 1. En consecuencia, la eficiencia y confiabilidad de los procesos de llenado y envasado son fundamentales para garantizar la calidad, inocuidad y uniformidad del producto final. Para responder a estas exigencias, muchas empresas han optado por líneas semiautomatizadas o automatizadas que integran funciones de llenado, sellado y empaque en formatos múltiples. Sin embargo, la obsolescencia tecnológica en equipos existentes representa un reto significativo para mantener estándares competitivos.

**Figura 1**

*Incremento del mercado del yogurt*



En este contexto, las soluciones de reacondicionamiento y rediseño de maquinaria han cobrado relevancia como estrategias viables para mejorar el desempeño operativo sin incurrir en los elevados costos de renovación completa de activos. La aplicación de principios mecatrónicos que integran sistemas mecánicos, eléctricos, electrónicos y de automatización permite extender la vida útil de los equipos, actualizar sus funciones críticas y alinear sus capacidades a los estándares actuales de la industria alimentaria.

Según Maxpack Machinery [13], la renovación o reacondicionamiento de maquinaria puede aumentar la eficiencia del proceso de llenado en más de un 25%, reduciendo el desperdicio de producto y optimizando los tiempos de ciclo en al menos un 15%. En contextos de pequeña y mediana industria, estos incrementos representan ventajas competitivas notables.

En este contexto, las soluciones de reacondicionamiento y rediseño de maquinaria han cobrado relevancia como estrategias viables para mejorar el desempeño operativo sin incurrir en los elevados costos de renovación completa de activos. La aplicación de principios mecatrónicos que integran sistemas mecánicos, eléctricos, electrónicos y de automatización permite extender la vida útil de los equipos, actualizar sus funciones críticas y alinear sus capacidades a los estándares actuales de la industria alimentaria. En el estudio de la Universidad Técnica del Norte (UTN) [2], la implementación de una arquitectura de automatización en una línea de yogurt permitió aumentar la capacidad de producción diaria en un 33% con un retorno de inversión inferior a 12 meses.

Además, este enfoque puede ser replicado en otras ramas del sector, como la producción de jugos, néctares, bebidas carbonatadas o salsas densas, reforzando su utilidad técnica y su proyección industrial. Fabricantes como GEA y Serac han documentado incrementos de hasta un 30% en la eficiencia global del equipo (OEE) cuando se sustituyen sistemas manuales por automatizados en líneas de llenado para productos viscosos [9], [10].

El presente proyecto de materia integradora propone el diseño mecatrónico para el reacondicionamiento completo de esta máquina rotativa como solución técnica y estratégica para recuperar la funcionalidad del equipo, reducir el margen de error en el proceso de llenado, mejorar la trazabilidad de producción y garantizar continuidad operativa en conformidad con normativas higiénico-sanitarias y estándares de calidad industrial.

## 1.2 Descripción del Problema

En la actualidad, la eficiencia y confiabilidad de los sistemas de llenado automatizado representan un aspecto clave en la productividad de las industrias alimentarias, ya sea en la producción de lácteos, bebidas, conservas, salsas u otros derivados. Estas operaciones deben garantizar precisión volumétrica, continuidad operativa y cumplimiento de estándares de calidad e inocuidad, en un entorno cada vez más regulado y competitivo.

Este enfoque cobra aún más relevancia cuando se observa el crecimiento sostenido del mercado. El yogurt griego, por ejemplo, alcanzó un valor global de 13.120 millones de dólares en 2023, con una proyección de crecimiento hasta los 23.550 millones para el año 2030, impulsado por una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) del 8,71%. En el caso de Ecuador, el consumo per cápita de yogurt ha sido de aproximadamente 7,2 kg en 2023, y se espera que el mercado local crezca con una CAGR del 4,70% entre 2025 y 2034.

Por ello, la incorporación de soluciones tecnológicas orientadas al reacondicionamiento de maquinaria existente se convierte en una estrategia viable para aquellas empresas que buscan optimizar recursos sin comprometer el rendimiento productivo.

Resolver esta problemática es esencial para garantizar la continuidad operativa y competitividad de la planta. La falta de precisión en el llenado del producto compromete la estandarización del contenido neto declarado, lo que puede generar pérdidas económicas, reprocesos y no conformidades frente a organismos regulatorios. Por su parte, estudios como el de la Escuela Politécnica Nacional (EPN) [3] resaltan que un sistema dosificador automatizado permite reducir hasta en un 40% las desviaciones volumétricas frente a sistemas manuales o con control limitado. Esta precisión es crítica no solo para evitar pérdidas económicas, sino para cumplir normativas como la INEN 1528, que regula el contenido neto y tolerancias permitidas para productos lácteos envasados.

Adicionalmente, la inestabilidad en la operación de la máquina provoca tiempos improductivos, sobrecarga del personal de mantenimiento y acumulación de órdenes no cumplidas que, según la ESPOCH [4], pueden representar hasta el 18% del tiempo total de operación, afectando directamente los indicadores de eficiencia global (OEE). En este sentido, el uso de sistemas inteligentes, sensores y algoritmos de control avanzado puede mejorar la eficiencia operativa hasta en un 20% en líneas de producción automatizadas [14].

El presente proyecto responde a esta necesidad mediante un enfoque de rediseño mecatrónico que permite actualizar equipos de llenado rotativo con tecnología obsoleta, sin la necesidad de adquirir nuevas máquinas, que según Synerlink [8] esto permite reducir hasta en un 65% los costos frente a la compra de maquinaria nueva. Por lo que esta alternativa no solo reduce significativamente los costos de inversión, sino que permite alinear los sistemas existentes a los requerimientos técnicos actuales, integrando controladores modernos, renovando componentes eléctricos desgastados y mejorando la interfaz operativa para el usuario. Así, se potencia el desempeño global de la máquina, se reducen las paradas no planificadas y se mejora la trazabilidad de los procesos.

Además, este tipo de intervención técnica es completamente adaptable a diferentes ramas del sector alimentario. La arquitectura modular de las soluciones mecatrónicas permite que la misma metodología aplicada al llenado de yogurt griego pueda ser replicada en procesos similares como el llenado de jugos, néctares, bebidas carbonatadas o salsas viscosas, ajustando únicamente las variables operativas correspondientes. Por tanto, este proyecto no solo atiende una problemática específica de una planta determinada, sino que también genera conocimiento técnico replicable y aplicable a otras líneas de producción que enfrenten desafíos similares con sus equipos.

En este contexto, la importancia de demostrar que el reacondicionamiento de una máquina rotativa de llenado puede lograrse de manera integral, articulando conocimientos de mecánica, electrónica, automatización y diseño industrial, en función de las demandas actuales del sector. Con ello, se



promueve una visión de mantenimiento avanzado, sostenibilidad tecnológica y mejora continua dentro de los procesos de manufactura alimentaria.

### **1.3 Justificación del Problema**

La máquina rotativa de llenado destinada a la dosificación de yogurt griego presenta un conjunto de deficiencias técnicas que afectan directamente su rendimiento operativo y su capacidad de adaptarse a las exigencias actuales de la línea de producción. En el ámbito mecánico, se identifican problemas relacionados con el desgaste de componentes clave que generan inestabilidad durante el proceso de llenado, causando variaciones de volumen, vibraciones y pérdida de sincronización entre las distintas etapas del ciclo de trabajo.

Según Centeno Quinzo y Otañez Moreno [4], el 35% de las fallas en líneas rotativas de llenado se deben a elementos mecánicos deteriorados, lo cual conlleva paradas no planificadas que, en promedio, reducen hasta un 20% la productividad mensual. Con la implementación de mantenimiento basado en condición, lograron reducir un 45% el tiempo de inactividad.

En el área de automatización, el sistema de control original opera con un PLC cuya programación es antigua y poco flexible frente a las nuevas necesidades del proceso. Debido a su limitada capacidad y a la obsolescencia del hardware, se requiere sustituir el controlador actual por un PLC de la marca Siemens, lo que implica una reestructuración completa de la lógica de programación existente. Esta actualización busca garantizar un control más preciso, escalable y con capacidad de integración de sensores industriales que permitan monitorear el desempeño en tiempo real. Fabricantes como Serac y Synerlink reportan mejoras del 28% en eficiencia operativa al implementar PLC's de última generación con HMI y conectividad industrial [8], [9]. La sustitución por un PLC Siemens S7-1200 permite programabilidad avanzada, integración de datos y escalabilidad futura.

Adicionalmente, la máquina presenta un estado eléctrico deteriorado y desorganizado, por lo que es indispensable realizar un levantamiento eléctrico detallado que permita identificar los

elementos que deben ser reemplazados o reubicados para asegurar la operatividad del sistema. El estudio de la Universidad Politécnica Salesiana [7] mostró que la reorganización del cableado y rediseño del tablero redujo un 37% las fallas eléctricas, mejorando la seguridad y confiabilidad del equipo. Esto último siendo importante, ya que este trabajo contempla también el rediseño del tablero de control, el cual debe ofrecer al operador una mejor presentación, accesibilidad, visibilidad y facilidad de interacción con los elementos de mando.

Todos estos aspectos influyen en un escenario donde el reacondicionamiento de la máquina rotativa no es opcional, sino necesario para devolverle la capacidad de producir con precisión, confiabilidad y versatilidad. En general, la mejora integral permite elevar la productividad entre un 20% y 40%, dependiendo del grado de intervención técnica [13], [14]. El objetivo es transformar el equipo actual en un equipo funcional y moderno, alineado con los estándares actuales de calidad y compatible con una operación moderna de producción de yogurt griego.

#### ***1.4.1 Objetivo general***

Reacondicionar la máquina rotativa de llenado de yogurt griego para mejorar la precisión en el dosificado, la continuidad operativa y la trazabilidad del proceso mediante el rediseño mecánico, la modernización electrónica y la implementación de un sistema de control automatizado.

#### ***1.4.2 Objetivos específicos***

1. Diagnosticar el estado actual mecánico, electrónico y funcional de la máquina rotativa de llenado, identificando sus principales deficiencias y parámetros críticos de operación.
2. Diseñar e implementar un sistema de control automatizado basado en PLC y sensores industriales, que regule el llenado y optimice la precisión en el proceso para los distintos formatos de yogurt.
3. Sustituir componentes obsoletos y reacondicionar elementos mecánicos clave para garantizar el cumplimiento de requisitos de precisión, confiabilidad y adaptabilidad en los diferentes formatos de yogurt.

## 1.5 Marco teórico

La automatización de procesos industriales ha evolucionado significativamente la producción en el sector alimentario, especialmente en funciones críticas como lo son el envasado y llenado de productos lácteos. Las máquinas rotativas de llenado representan una solución eficiente para garantizar velocidad, precisión y continuidad en la dosificación de productos como en este estudio lo es el yogurt griego, cuyas propiedades físicas demandan sistemas específicos para su manipulación y control. Este tipo de yogurt se caracteriza por su textura viscosa y densa, requiriendo equipos con sistemas de bombeo y dosificación para mantener su homogeneidad como producto sin generar espumas ni residuos.

La automatización de estos procesos, además de mejorar la productividad, contribuye a la reducción en el margen de error humano, aumentar la trazabilidad del producto y cumplir con las normativas sanitarias exigidas por entes reguladores. Tal como lo señalan autores como Della Toffola [1], la integración de sistemas automatizados de llenado y sellado permite minimizar la intervención manual con válvulas de llenado sin contacto, asegurando condiciones óptimas de higiene en el manejo de alimentos, lo que permite mantener una precisión volumétrica superior al  $\pm 1\%$  en entornos industriales exigentes. Equipos modernos emplean tecnologías como el llenado en frío, el sellado por calor y sistemas adaptables a múltiples formatos de envase, lo cual amplía su funcionalidad y rentabilidad operativa.

En contextos industriales de Latinoamérica, el reacondicionamiento de maquinaria ha surgido como una estrategia técnica y económica viable para extender la vida útil de los equipos, actualizar sus sistemas de control y mejorar el desempeño sin incurrir en los altos costos de adquisición de nuevas máquinas. Según el estudio de la Universidad Técnica del Norte [2], reacondicionar una línea de yogurt tipo vaso permitió reducir los costos de inversión en un 63% frente a la adquisición de maquinaria nueva, y aumentar la capacidad de producción en un 33%.

Este enfoque se basa en principios de ingeniería inversa, permitiendo reutilizar componentes funcionales y rediseñar aquellos que se encuentran deteriorados.

Por su parte, la Escuela Politécnica Nacional (EPN) [3] desarrolló una máquina dosificadora semiautomática de yogurt en vasos, abordando los desafíos de precisión volumétrica y adaptabilidad de formato, reduciendo el desperdicio de producto en un 28%. En este estudio se destaca la importancia de un sistema de control basado en sensores de nivel y PLC, como herramienta clave para mantener la consistencia en la dosificación. Estos sistemas permiten monitorear el proceso en tiempo real, ajustar parámetros sin detener la producción y registrar datos fundamentales para la trazabilidad.

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), mediante el trabajo de Centeno Quinzo y Otañez Moreno en 2022 [4], documentó el reacondicionamiento de una máquina envasadora y dosificadora rotativa de yogurt en la Fábrica de Lácteos PRASOL, destacando la mejora en la uniformidad del producto, la reducción de tiempos improductivos y la precisión del proceso. Como resultado, se reportó una reducción del 45% en el tiempo de inactividad, un incremento del 30% en uniformidad del producto, y una mejora general del OEE en un 22%. La intervención incluyó aspectos mecánicos y de automatización, como el rediseño del sistema de dosificación y el reemplazo del sistema de control, enmarcándose en los principios de la ingeniería mecatrónica, donde la sinergia entre mecánica, electrónica y control automático permite desarrollar soluciones eficientes y sostenibles para la industria.

A nivel de maquinaria industrial, fabricantes como Taizy Packaging han diseñado soluciones especializadas para yogurt tipo vaso, con tecnología modular que permite el ajuste automático de parámetros según el tipo de envase [5].

Por otro lado, Mejía Mora y Trujillo Pillaca [6] propusieron una estrategia de mejora basada en herramientas de manufactura esbelta, como SMED (Single-Minute Exchange of Dies) y RCM (Reliability-Centered Maintenance), en una planta de productos lácteos en Perú. Esta

propuesta permitió incrementar la eficiencia del proceso de producción de yogurt, reducir los tiempos de cambio de formato y aumentar la disponibilidad operativa, demostrando que el análisis estructurado del mantenimiento puede generar impactos positivos sin necesidad de adquirir nuevos equipos.

En el contexto ecuatoriano, también destaca un estudio desarrollado en la Universidad Politécnica Salesiana [7], el cual aborda la repotenciación de máquinas envasadoras en una planta de producción de leche en Guayaquil, obteniendo una mejora del 38% en la eficiencia de producción. Este proyecto consideró la actualización del sistema electrónico, la reorganización del cableado eléctrico y la incorporación de una interfaz HMI intuitiva, con lo cual se logró una mejora en la productividad de la línea y una reducción de fallas operativas.

Asimismo, fabricantes internacionales como Synerlink, Serac, GEA, Tetra Pak y Krones han reportado avances en tecnologías de automatización para procesos de llenado, proponiendo soluciones modulares y conectadas que permiten adaptar las líneas existentes a nuevos formatos sin comprometer la calidad ni la velocidad del proceso [8]–[12]. Estas soluciones incluyen el uso de servomotores, módulos intercambiables de llenado, sensores inteligentes y conectividad a plataformas de Industria 4.0.

En este contexto, el reacondicionamiento mediante un enfoque mecatrónico que combine rediseño estructural, actualización del sistema de control y optimización de los módulos de llenado y sellado se plantea como una solución viable, sustentada en experiencias previas y teorías propias de la ingeniería de automatización, la electrónica aplicada y el control industrial. La implementación de este tipo de soluciones responde además a las tendencias de la Industria 4.0, donde la integración entre sistemas físicos y digitales permite crear líneas de producción más inteligentes, flexibles y sostenibles.

## **Capítulo 2**

## **2.1 Formulación de alternativas de solución**

Durante la fase de diagnóstico, se identificaron múltiples deficiencias en el sistema mecánico, eléctrico y de automatización de la máquina rotativa de llenado. Con base a estos hallazgos los cuales son el sellado de la lámina de aluminio, la detección de la lámina de aluminio, fugas de aire, deterioro de los cilindros neumáticos, presencia de corrosión en elementos eléctricos, se formularon tres alternativas principales:

- **Sustitución total del equipo por uno nuevo.**

Esta opción garantizaba tecnología de punta, pero implicaba una inversión económica superior al 250% del presupuesto disponible, además de generar tiempos muertos prolongados por procesos de importación e instalación.

- **Reparación parcial de componentes críticos.**

Esta opción se enfocaba únicamente en sustituir piezas defectuosas, pero no garantizaba una mejora integral del sistema, manteniendo problemas latentes de control y sincronización.

- **Reacondicionamiento mecatrónico integral.**

Esta alternativa consistía en rediseñar la máquina desde una perspectiva mecatrónica, modernizando su sistema de control, reacondicionando elementos mecánicos y reorganizando el sistema eléctrico.

## **2.2 Especificaciones técnicas del producto final**

Las especificaciones técnicas de la máquina se definieron a partir de una reunión con el cliente, en la cual se establecieron los principales requerimientos productivos y de operación. El parámetro más relevante fue la capacidad de producción, fijada en un rango de 600 a 800 envases por hora, lo que permite cubrir la demanda solicitada por el cliente y mantener un margen de flexibilidad frente a los cambios de formato en la línea de trabajo.

En cuanto a la capacidad de envase, se establecieron tres presentaciones: 120 g, 240 g y 400 g, adaptándose a las necesidades comerciales y al tipo de producto a envasar. El sistema de llenado de sólidos se resolvió mediante un transportador y alimentador, que aseguran un flujo continuo y estable del producto hacia los envases.

La fuente de alimentación eléctrica se definió en 220 V, 60 Hz, trifásica, conforme a la disponibilidad estándar en planta, mientras que la potencia de resistencia de 400 W responde a los requerimientos de sellado del envase.

El uso de aire comprimido a 90 psi es indispensable para el accionamiento de válvulas neumáticas y sistemas de sellado. En cuanto al control, se seleccionó un Controlador Lógico Programable Siemens moderno, garantizando compatibilidad con los equipos de la planta, dado a que los demás equipos presentes en planta cuentan con controladores de la marca Siemens facilitando la integración de nuevas funciones.

Respecto a los materiales, todos los componentes en contacto con el producto deben cumplir con normativas alimentarias, por lo que la estructura se diseñará con materiales de alta resistencia y durabilidad, adecuados para el entorno industrial. Finalmente, se definieron las dimensiones del equipo (820 mm × 820 mm × 1254 mm), considerando la disponibilidad de espacio en la planta y la ergonomía en la operación. De esta forma obtenemos la Tabla 1. con las especificaciones técnicas requeridas del producto final.



**Tabla 1***Especificaciones técnicas del producto final*

|                                               |                                                                       |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| <b>Capacidad de producción</b>                | 600 a 800 envases/hora                                                |
| <b>Capacidad de envase</b>                    | 120, 240 y 400 g (depende del tamaño del envase y producto a llenar). |
| <b>Sistema de llenado de solidos</b>          | Transportador y alimentador                                           |
| <b>Fuente de alimentación</b>                 | 220 V / 60 Hz / 3 fases                                               |
| <b>Potencia de resistencia</b>                | 400 Watts. 220 V                                                      |
| <b>Aire comprimido</b>                        | 90 psi                                                                |
| <b>Controlador</b>                            | PLC Siemens moderno                                                   |
| <b>Materiales en contacto con el producto</b> | Materiales sujetos a las normas alimentarias                          |
| <b>Materiales para la estructura</b>          | Materiales para la estructura                                         |
| <b>Disponibilidad de espacio</b>              | 820 mm * 820 mm * 1254 mm                                             |

### 2.3 Selección de la mejor alternativa

Se seleccionó la tercera alternativa por su equilibrio entre viabilidad económica, impacto técnico y adaptabilidad a las necesidades actuales de producción como se puede observar en la Tabla 2. Este enfoque permitía conservar la estructura física existente, pero optimizarla mediante principios modernos de ingeniería.

La decisión fue respaldada mediante un análisis multicriterio que consideró: inversión estimada, impacto en la eficiencia, tiempo de implementación y escalabilidad del sistema reacondicionado.

**Tabla 2**

*Criterios de Selección de alternativas*

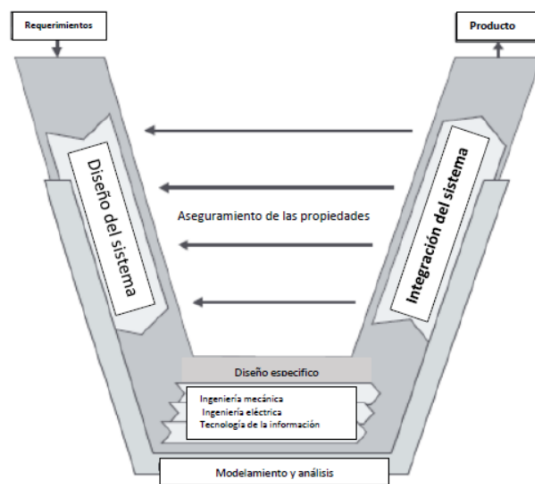
| <b>Criterios /<br/>Alternativas</b>                   | <b>Reacondicionamiento<br/>Integral</b>                                   | <b>Reparación Parcial</b>           | <b>Sustitución Total</b>                                                                            |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Costo</b>                                          | <input checked="" type="checkbox"/><br>(Dentro del presupuesto)           | <input type="radio"/>               | <input checked="" type="checkbox"/><br>(Excede 250%)                                                |
| <b>Tiempo de<br/>implementación</b>                   | <input checked="" type="checkbox"/>                                       | <input type="radio"/>               | <input type="radio"/>                                                                               |
| <b>Eficiencia operativa</b>                           | <input checked="" type="checkbox"/>                                       | <input type="radio"/>               | <input checked="" type="checkbox"/><br>(Equipo nuevo)                                               |
| <b>Flexibilidad /<br/>Escalabilidad</b>               | <input checked="" type="checkbox"/><br>(Alta al ser un diseño<br>modular) | <input type="radio"/><br>(Limitada) | <input type="radio"/><br>(Depende del<br>proveedor)                                                 |
| <b>Reutilización de<br/>recursos existentes</b>       | <input checked="" type="checkbox"/>                                       | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/><br>(Reemplazo total)                                            |
| <b>Compatibilidad con<br/>la línea actual</b>         | <input checked="" type="checkbox"/><br>(Integra estructura actual)        | <input type="radio"/><br>(Limitada) | <input checked="" type="checkbox"/><br>(Cambios requeridos)                                         |
| <b>Reducción de<br/>tiempos muertos<br/>(Evaluar)</b> | <input checked="" type="checkbox"/><br>(Hasta -15%)                       | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/><br>(Máquina nueva, pero<br>con tiempo muerto de<br>instalación) |

## 2.4 Diseño conceptual y metodología seguida

Se adoptó una metodología basada en el ciclo V de desarrollo de sistemas mecatrónicos, que comprendió de las etapas de diagnóstico técnico, diseño conceptual, desarrollo de planos y su respectiva implementación y validación final.

**Figura 2**

*Metodología V de diseño mecatrónico*



Para el desarrollo del diagnóstico técnico del estado actual de la máquina, se realizó mediante una inspección visual detallada lo que permitió identificar una serie de condiciones que afectan tanto la eficiencia del proceso como la calidad del producto final. En primer lugar, se detectaron fugas de aire en el sistema neumático, lo que no solo representa un desperdicio energético, sino que además reduce la presión disponible para los diferentes actuadores, ocasionando un funcionamiento irregular en varias estaciones de la máquina.

Otro de los hallazgos estuvo relacionado con problemas en el sellado de los vasos de yogurt. Se evidenció que, en algunos casos, el cierre no era uniforme, lo cual incrementa el riesgo de contaminación del producto y compromete la vida útil del mismo. Este defecto está directamente vinculado con el funcionamiento de la estación de lámina de aluminio, donde se observó que la ventosa encargada de manipular el material de sellado no ejercía una sujeción

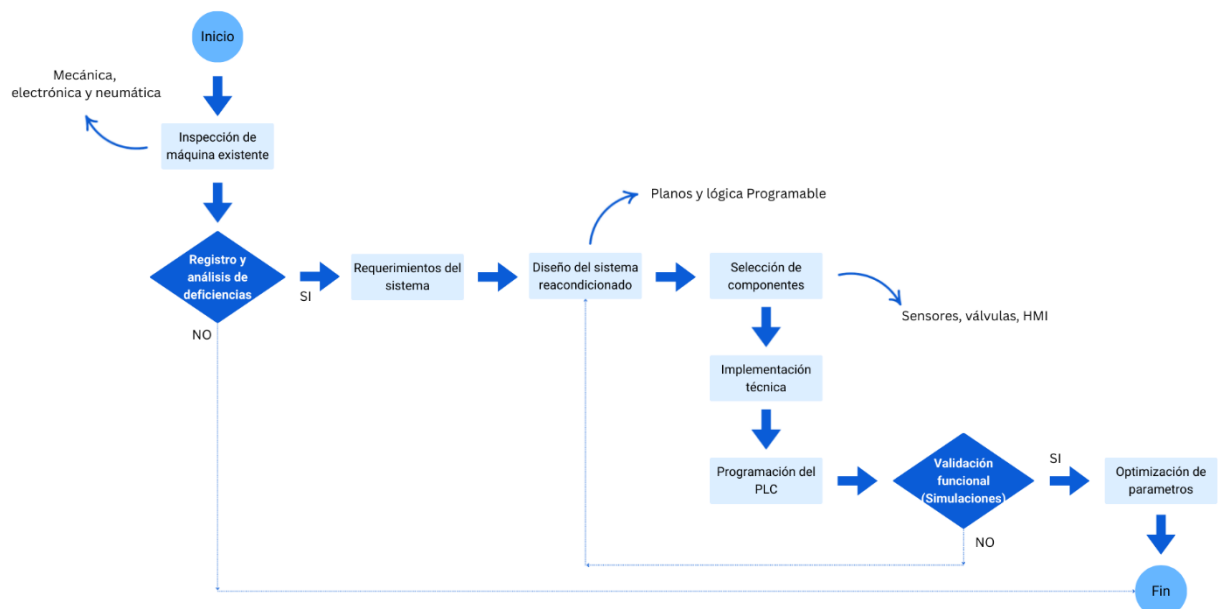
adecuada. Como consecuencia, la lámina de aluminio no se posicionaba correctamente sobre los vasos, generando errores de alineación y fallas de hermeticidad.

Adicionalmente, se identificó un desequilibrio en la fuerza de los cilindros neumáticos asociados a la ventosa de lámina de aluminio. En lugar de realizar una colocación precisa y controlada, la excesiva potencia aplicada provocaba que las láminas de lámina de aluminio salieran expulsadas de su posición, ocasionando pérdidas de material y retrasos en el proceso productivo. En contraste, la ventosa destinada a la manipulación de los vasos de yogurt presentaba una succión demasiado débil, lo que dificultaba el agarre y el traslado seguro de los envases hacia la siguiente estación de la máquina. Esta deficiencia no solo afectaba la continuidad del ciclo, sino que también generaba atascos y paradas frecuentes que reducían la capacidad de producción.

En la Figura 3, se presenta el diagrama de flujo que describe la metodología técnica y operativa detallada seguida durante el desarrollo del proyecto:

**Figura 3**

*Diagrama de flujo de metodología seguida*



El flujo descrito asegura una intervención técnica integral, desde la detección de fallas hasta la validación del sistema reacondicionado. Este proceso garantiza la alineación con los objetivos del proyecto, especialmente en cuanto a la automatización, precisión del llenado y mejora de la

eficiencia operativa. Es válido mencionar que la metodología empleada permite una implementación escalable y sostenible para futuras líneas de producción.

Para la construcción del modelo de mejora se parte de la premisa de que la mejora operativa es un proceso causal y sistemático. Se considera que los problemas iniciales registrados, como los fallos en el sellado y los problemas de calibración, son característicos de una fase de ajuste y rodaje. A medida que se resuelven estos problemas, el rendimiento mejora de manera predecible.

Los parámetros clave en consideración son los siguientes

- **Fase de Puesta en Marcha (febrero - marzo):** Se evalúan los puntos críticos de la máquina durante sus primeras operaciones, con el fin de identificar los problemas iniciales de mayor impacto. En esta etapa se espera detectar fallas graves tales como problemas en el sellado, incidentes mecánicos o paradas inesperadas, los cuales interrumpen significativamente la producción. El objetivo en esta fase es registrar y caracterizar dichas fallas, evidenciando su frecuencia e impacto, para establecer una base de referencia que permita su posterior corrección.
- **Fase de Aprendizaje y Estabilización (abril - mayo):** Se procede a analizar las causas raíz de los incidentes detectados en la fase anterior, con el propósito de implementar medidas que reduzcan su recurrencia. Aunque todavía se prevé la presencia de fallas de impacto moderado a grave, como problemas en el sellado o en la calibración, la meta en esta etapa es disminuir la constancia de los errores críticos y demostrar un proceso de mejora progresiva. De este modo, se busca que la máquina avance hacia una operación más estable, con menos interrupciones severas.
- **Fase de Optimización y Rendimiento Sostenido (junio - agosto):** Se proyecta lograr una operación más confiable, donde los problemas graves identificados en fases anteriores hayan sido controlados o eliminados. En esta etapa, las evaluaciones están enfocadas en verificar que los incidentes se limiten a aspectos menores de final de línea, como falta de

etiqueta, errores de codificación o encartonado. En caso de presentarse fallas mecánicas, se prevé que sean puntuales y de menor frecuencia en comparación con las fases anteriores. producción cercana al de esta fase es comprobar que la máquina pueda sostener un nivel de producción cercano al óptimo, con una mínima incidencia de errores que comprometan la operación.

## **2.5 Diseño detallado del sistema reacondicionado**

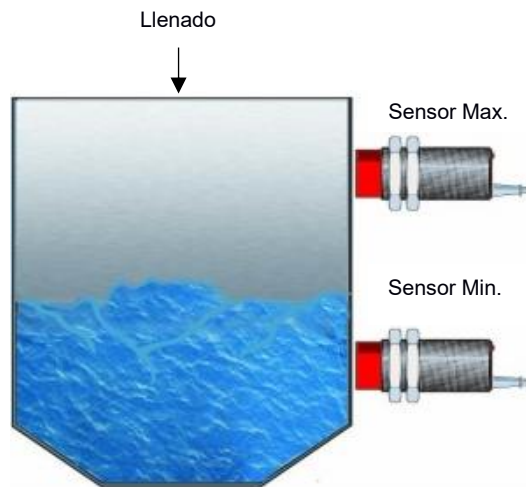
El sistema de control original estaba basado en un PLC Allen Bradley, el cual presentaba limitaciones debido a su antigüedad y a que no fue posible recuperar de manera íntegra el programa existente. Para solventar esta problemática se plantea la sustitución por un PLC Siemens S7-1200, con el objetivo de garantizar mayor compatibilidad con otras estaciones de trabajo de la planta que ya emplean esta misma marca, unificando la plataforma de control. La programación se desarrollará desde cero en el entorno TIA Portal, asegurando que los ciclos de llenado, detección de lámina de aluminio y sellado estén correctamente parametrizados, incluyendo tiempos de seguridad, alarmas y protocolos de paro seguro. De esta manera se asegura que el control del proceso sea confiable y sostenible en el tiempo.

Para la medición y control del nivel de yogurt en el tanque de dosificación se emplearán sensores capacitivos como se puede apreciar en la Figura 4. Este tipo de sensor es adecuado porque puede detectar líquidos y productos viscosos sin necesidad de contacto directo, lo cual es fundamental en procesos alimenticios donde la higiene y la no contaminación del producto son prioritarias.

Los sensores se ubicarán en niveles estratégicos del tanque (mínimo y máximo), de manera que permitan activar o detener el ciclo de dosificación según el nivel de yogurt disponible. La validación de los sensores se llevará a cabo verificando la activación y desactivación en condiciones reales de producción, garantizando que no existan falsos positivos ni errores de lectura.

#### **Figura 4**

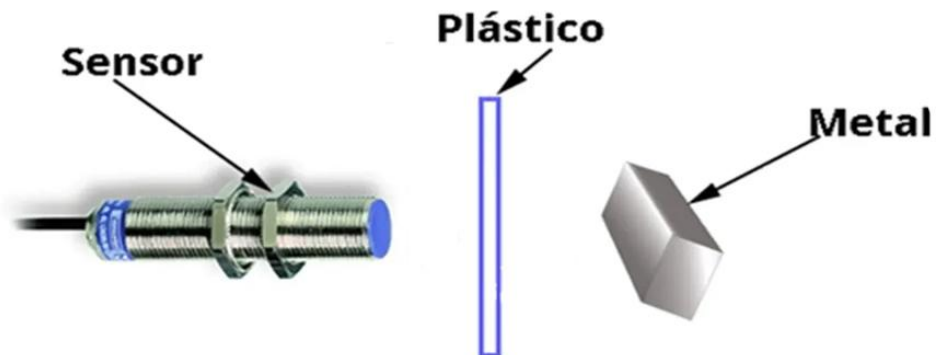
*Posición de sensores de nivel de llenado en la tolva*



En el sistema de sellado es imprescindible garantizar la presencia de la lámina de lámina de aluminio en cada envase antes de aplicar el termosellado. Para ello se implementará un sensor inductivo como se observa en la Figura 5, el cual es capaz de detectar la presencia de materiales metálicos con alta confiabilidad y repetibilidad.

**Figura 5**

*Sensor inductivo del termosellado*

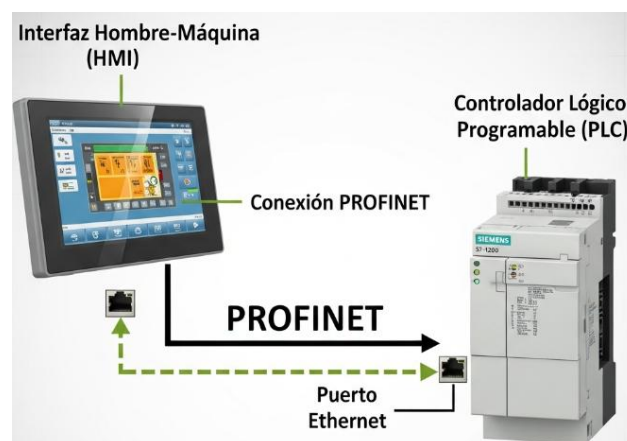


Este sensor actuará como un punto de control crítico: si no detecta la lámina de aluminio, se enviará una señal al PLC para detener el ciclo de sellado o desviar el envase, evitando defectos graves en el producto terminado.

Se implementará una pantalla HMI de la misma familia Siemens, conectada al PLC mediante comunicación Profinet como se indica en la Figura 6. Esta interfaz permitirá la visualización en tiempo real de variables críticas como número de unidades producidas, porcentaje de rechazo, estado de la máquina y alarmas activas.

**Figura 6**

*Comunicación utilizada entre HMI y PLC*



El HMI contará con dos modos de operación principales: automático y mantenimiento. En el modo automático, la máquina ejecutará el ciclo completo de producción de manera continua sin necesidad de intervención directa del operador. En el modo de mantenimiento, se permitirá el



control manual e independiente de actuadores y motores, lo que facilita tareas de inspección, limpieza y ajuste sin interrumpir de manera definitiva la operación general.

La integración final de todos los elementos (PLC Siemens, sensores capacitivos e inductivos y HMI) se validará mediante pruebas experimentales bajo condiciones simuladas y reales de operación. Estas pruebas estarán orientadas a:

- Verificar la sincronización de los ciclos de llenado, sellado y corte.
- Confirmar la detección confiable de niveles en el tanque de dosificación.
- Evaluar la repetibilidad del sensor inductivo en la detección de la lámina de aluminio.
- Corroborar la actualización en tiempo real de las variables mostradas en el HMI.
- Validar los protocolos de paro seguro y activación de alarmas.

La validación servirá para ajustar parámetros de programación en el PLC, recalibrar sensores si es necesario y garantizar que el sistema global funcione de manera estable, confiable y alineada con los estándares de producción de la planta.

## **2.4 Muestreo y validación experimental**

Durante la fase metodológica del proyecto se implementó un plan de pruebas experimentales orientado a evaluar el desempeño del sistema reacondicionado bajo condiciones operativas reales de planta.

El procedimiento experimental consistió en la ejecución de ensayos con tres tipos de envases representativos de la producción habitual (vasos de 120 ml, 240 ml y 400 ml), con el objetivo de validar la flexibilidad del sistema frente a diferentes formatos y verificar que el dosificador mantuviera su precisión y estabilidad en distintas configuraciones. Para cada formato se llevaron a cabo lotes de producción controlados, registrando de manera sistemática variables críticas como la variabilidad en el volumen dosificado, el tiempo de ciclo por unidad y el porcentaje de desperdicio generado.

La estrategia de recolección de datos se complementó con la integración de una pantalla HMI equipada con un contador digital, que permitió registrar en tiempo real la cantidad de unidades producidas y facilitó un control cuantitativo de la producción, reduciendo la dependencia de observaciones manuales. Durante las pruebas, se supervisó de manera continua la estabilidad del sistema dosificador y se documentaron las incidencias que podrían comprometer la continuidad del proceso, lo que permitió identificar de forma precisa las causas raíz de las pérdidas de eficiencia asociadas al sistema anterior.

## **2.5 Consideraciones normativas**

Las consideraciones normativas que respaldan la metodología planteada se fundamentan en la aplicación de estándares nacionales e internacionales que garantizan tanto la calidad del producto como la seguridad del proceso. La Norma INEN 1334 asegura el cumplimiento del contenido neto en productos lácteos, alineándose con la fase de puesta en marcha al establecer parámetros de control sobre la exactitud del llenado. La ISO 22000, referente en seguridad alimentaria, se vincula directamente con la fase de aprendizaje y estabilización, donde la reducción de fallas contribuye a un proceso más confiable y seguro para el consumidor. Por su parte, la IEC 60204-1, relativa a la seguridad en maquinaria eléctrica, se integra en cada etapa del modelo de mejora para garantizar la protección de los operadores y la confiabilidad de los sistemas eléctricos. Finalmente, las Normas de Higiene 3-A Sanitary Standards complementan la fase de optimización, asegurando que los equipos y procesos cumplan con los más altos estándares de limpieza y diseño higiénico, lo cual es esencial para sostener un rendimiento eficiente y sostenible en la producción.

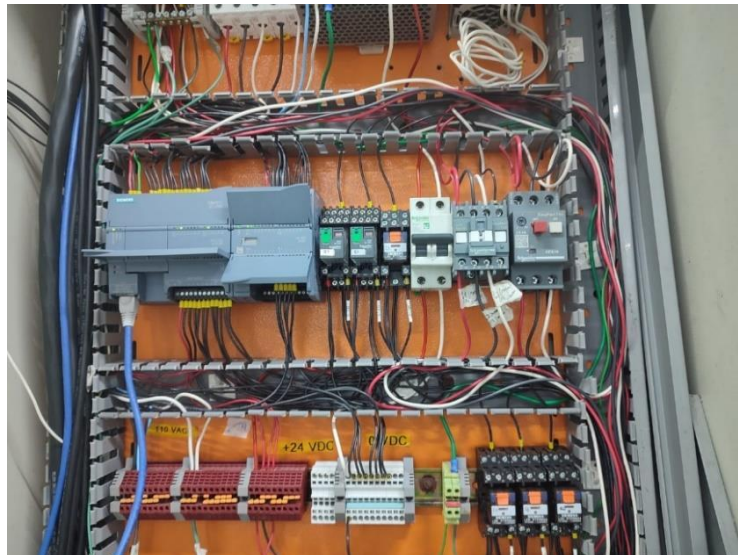
## Capítulo 3

### 3. Resultados y análisis

Para la construcción del control de la máquina, se procedió con la instalación de un PLC Siemens S7-1200 junto con su módulo de expansión SM1223 debido a que se requería cumplir con la necesidad de contar con un controlador actual, además de ser compatible con otros PLC presentes en las líneas de producción de la planta. En las entradas y salidas del controlador se implementaron relés de interfaz Siemens de 8 pines, con bobinas a 24 VDC y 220 VAC respectivamente, de acuerdo con el plano de entradas y salidas que se presenta en este proyecto.

**Figura 7**

*Tablero reorganizado para la máquina rotativa de yogurt*



Para el tendido de cables de control y alimentación, se instaló un electrocanal de acero inoxidable de 10x5, con los elementos de sujeción y bases correspondientes, en las cantidades especificadas técnicas. A través de este se realizó el tendido de un cable de control 25x18 y de cuatro cables concéntricos 4x18 flexibles, destinados al accionamiento de las electroválvulas y sensores de la máquina.

**Figura 8**

*Electrocanal instalado en el área de trabajo*



Se incorporó un HMI KTP-700, conectado al PLC mediante un cable Profinet, cuyo tendido también se efectuó a través del electrocanal instalado en la zona de trabajo.

**Figura 9**

*Incorporación del HMI KPT-700*



Asimismo, en el tanque de alimentación del producto se colocaron dos sensores capacitivos sanitarios, los cuales permiten la activación automática de la bomba de carga, garantizando la continuidad del proceso de llenado.

**Figura 10**

*Tolva con sensores capacitivos para la correcta lectura de nivel*



En cuanto a la interfaz de usuario, el HMI cuenta con dos botones principales: mantenimiento y automático, que permiten acceder a las respectivas pantallas de operación.

**Figura 11**

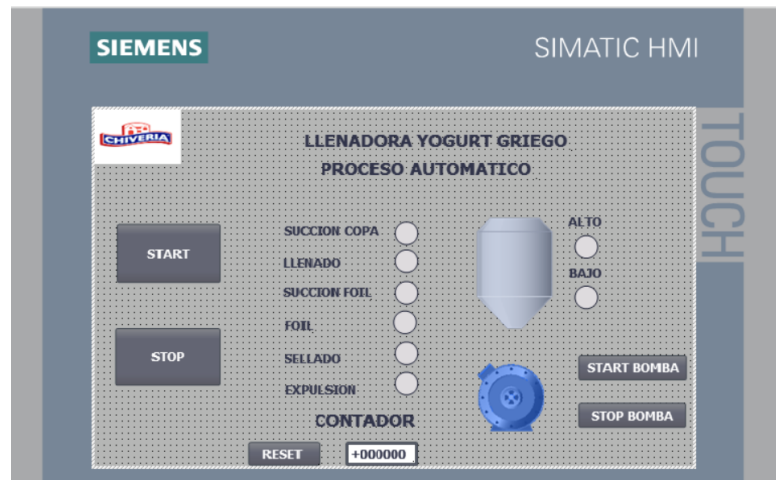
*Interfaz principal del HMI*



En el modo automático, al presionar el botón *Start*, la máquina inicia su secuencia de trabajo desde la mesa giratoria hasta cada una de las estaciones. Los sensores fotoeléctricos detectan la presencia de vasos y, en consecuencia, cada estación ejecuta la acción correspondiente. Una vez completado el ciclo en todas las estaciones, la mesa giratoria se reactiva para continuar con el proceso.

**Figura 12**

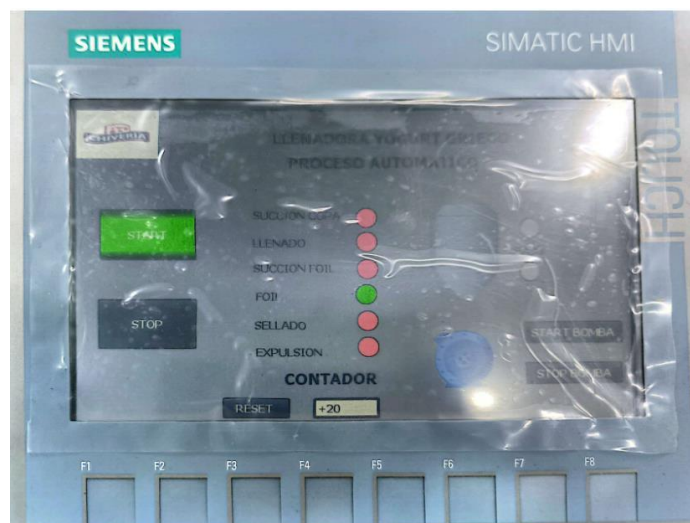
*Interfaz de proceso automático del HMI*



A través de los indicadores visuales en el HMI, el operador puede identificar en tiempo real qué estación está activa durante cada ciclo de la mesa giratoria.

**Figura 13**

*Indicadores de la interfaz de proceso automático del HMI*



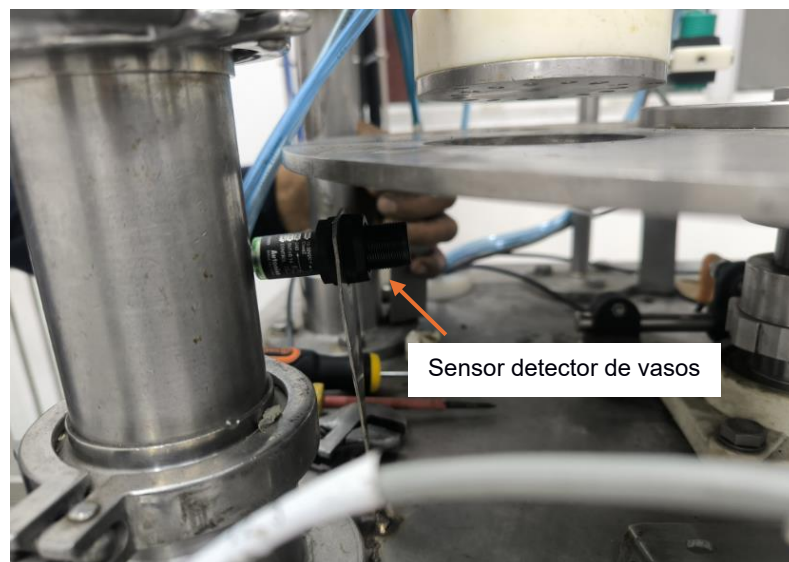
En la parte inferior de la pantalla de operación automática, se incorpora un contador de producción que registra el número de vasos procesados, el cual puede ser reiniciado desde el botón *Reset*.

Adicionalmente, desde la misma pantalla automática se gestiona el llenado del tanque de producto, mediante los botones *Start/Stop* del sistema de bombeo. Este control asegura un suministro constante y regulado del producto hacia las estaciones de llenado, optimizando la operación general de la máquina.

Dentro de los elementos instalados se encuentran los sensores reflectivos ubicados en cada estación de la mesa giratoria. Estos dispositivos, alimentados con una señal de 24 VDC y conectados a las entradas especificadas en los planos eléctricos del proceso, cumplen la función de detectar la presencia de vasos en cada etapa de llenado y sellado. Su integración permite asegurar que cada estación opere únicamente cuando el envase está correctamente posicionado, lo que optimiza la secuencia de funcionamiento, reduce paradas innecesarias y mejora la confiabilidad del sistema en su conjunto.

#### **Figura 14**

*Sensores reflectivos para detección del paso de vasos*



Por requerimiento del departamento de mantenimiento, se procedió con la importación y reemplazo de un cilindro actuador giratorio de 180° correspondiente a la estación de lámina de aluminio, el cual se encontraba defectuoso al inicio de los trabajos en la máquina. La sustitución de este componente resultó fundamental para restablecer la operatividad de la estación y garantizar la correcta secuencia del proceso de sellado.



Desde una perspectiva de desempeño, esta acción mejora la confiabilidad del sistema y asegura la continuidad de la producción sin interrupciones asociadas a fallas recurrentes. Asimismo, la corrección de este punto crítico permite reducir tiempos de inactividad no planificada y reprocesos derivados de un sellado deficiente, contribuyendo a la optimización del OEE al incidir positivamente tanto en la disponibilidad como en la calidad del producto final.

**Figura 15**

*Reemplazo de cilindro actuador giratorio en la estación de lámina de aluminio*



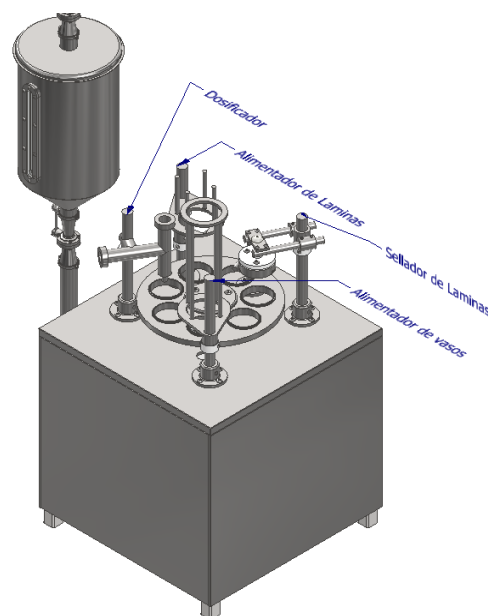
En cuanto al aspecto mecánico se partió de la selección de materiales siendo esta una decisión crítica que va más allá de la simple resistencia mecánica. Para esta máquina que consiste en el procesamiento de alimentos, los materiales deben cumplir con estrictos estándares de sanidad, higiene y resistencia a la corrosión, además de sus propiedades estructurales. La elección de acero inoxidable 316 para las partes en contacto con el producto y acero inoxidable 304 para los componentes externos es una solución óptima y bien fundamentada.

Esto debido a que el acero inoxidable 316 también denominado acero quirúrgico es una aleación de cromo y níquel que contiene a su vez molibdeno, el cual le confiere la característica más importante para esta aplicación la cual es la resistencia a la corrosión, especialmente contra soluciones de cloruro y ácidos, esto debido a que el yogurt griego es considerado un producto ácido, por lo que este material resistiría eficazmente la corrosión provocada por este tipo de productos.

En cuanto al acero inoxidable 304 es el acero inoxidable más comúnmente utilizado conteniendo cromo y níquel, aunque careciendo de molibdeno, ofrece una excelente durabilidad y resistencia a la oxidación para ambientes atmosféricos y no corrosivos, por lo que su uso en el exterior de la estructura de la maquina es una decisión practica y económica, además que proporciona rigidez y resistencia necesarias para la misma.

### **Figura 16**

*Diseño reacondicionado de maquina rotativa*

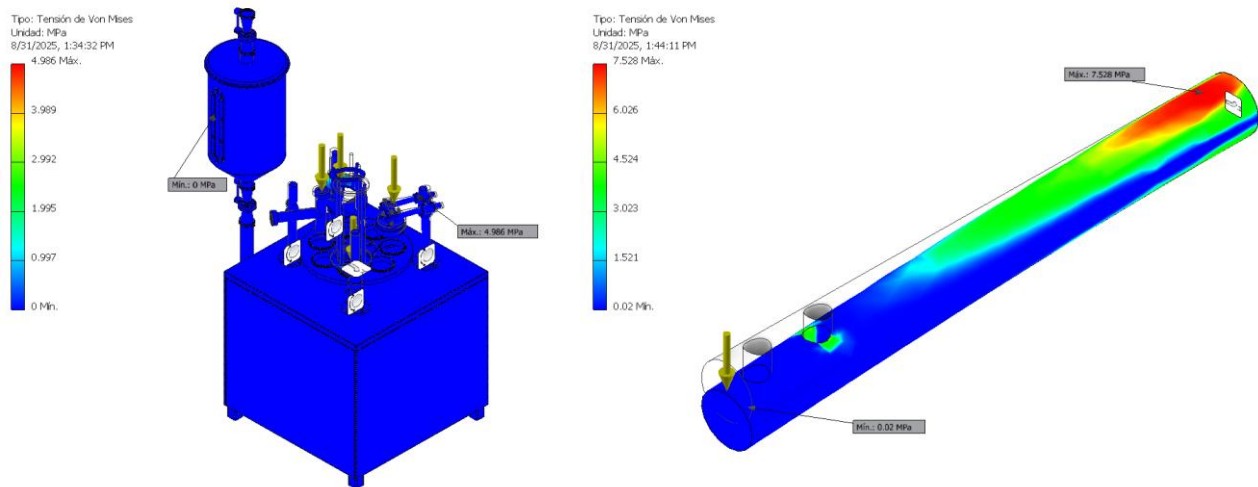


Mediante la simulación por elementos finitos (FEA) del diseño propuesto para la maquina rotativa de yogurt griego, como parte del reacondicionamiento, fue crucial para validar la integridad estructural y el desempeño del sistema en conjunto bajo cargas operacionales.

Los resultados reflejados de esta simulación proporcionan una visión detallada de como el diseño mejorado responde a las tensiones, desplazamientos y los factores de seguridad, garantizando así la fiabilidad del diseño antes de su fabricación y posterior implementación.

**Figura 17**

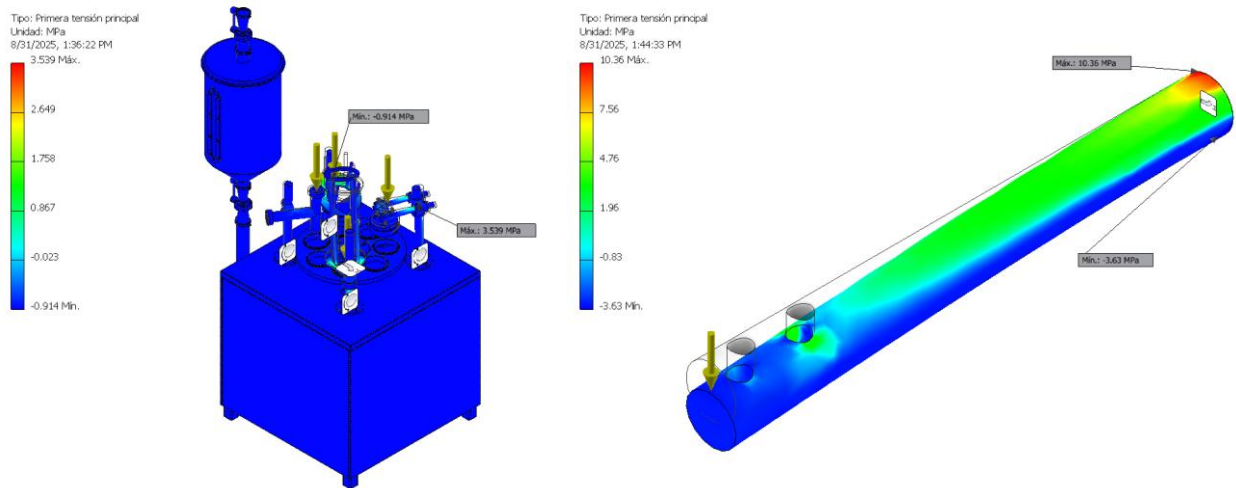
*Von Mises de la máquina y su elemento más crítico*



La tensión de von Mises es un criterio de falla fundamental, ya que predice la fluencia de un material dúctil bajo una combinación de cargas, bajo este concepto se puede apreciar en la Figura 17. que la máxima tensión de von Mises da como resultado un valor aproximado de 5MPa en el ensamble, valor significativamente bajo, esto debido a que la distribución de las tensiones se localiza en áreas de concentración de esfuerzos como en las uniones de las bases de apoyo del eje principal. Es valido mencionar que estas concentraciones son puntuales y no representan una falla inminente, lo que demuestra que el diseño propuesto tiene una buena capacidad para soportar las cargas aplicadas. Aunque también es importante tener en cuenta el análisis de su elemento más crítico para saber si este realmente tiende a fallar y como se puede apreciar este soporta a la perfección la carga aplicada.

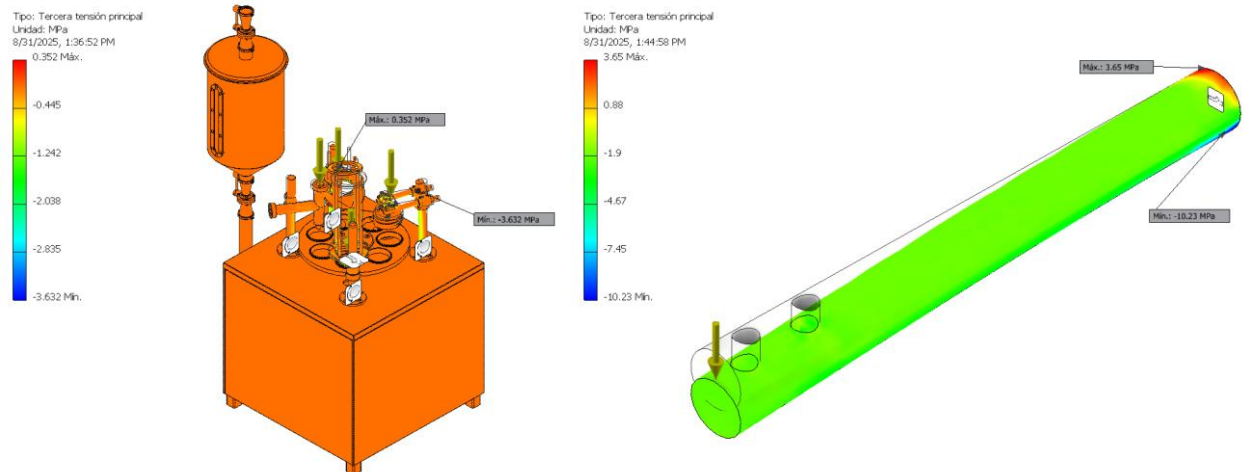
**Figura 18**

*Primer esfuerzo principal de la máquina y su elemento más crítico*



**Figura 19**

*Tercer esfuerzo principal de la máquina y su elemento más crítico*



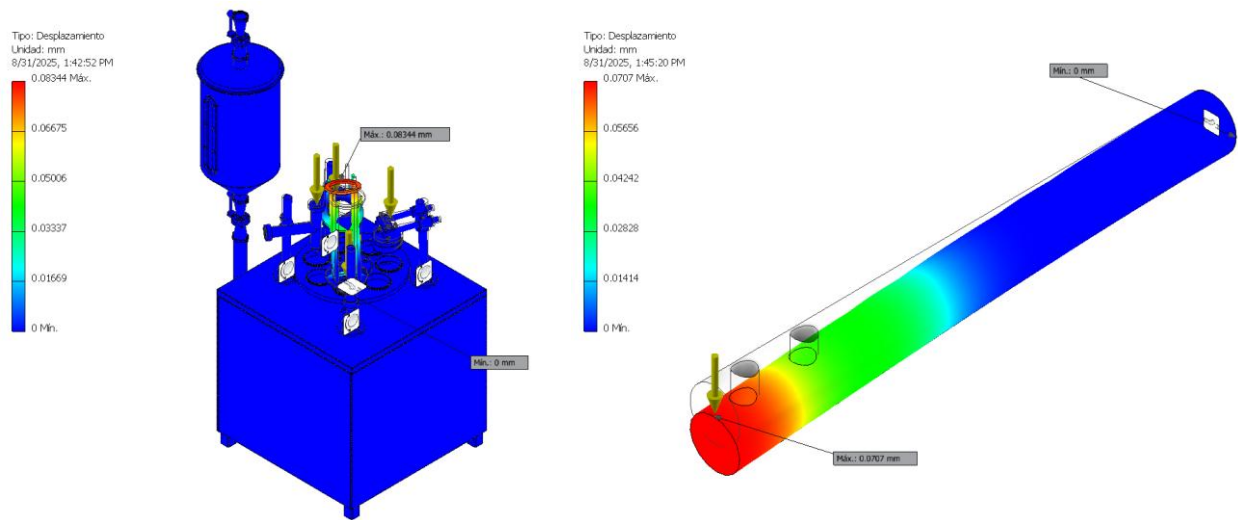
El análisis de la primera tensión principal es otra herramienta para evaluar el estado de tensión en un punto específico. Las tensiones principales representan las tensiones normales en planos donde la tensión cortante es nula, mientras que la tercera tensión principal es la mínima tensión normal que se produce en un punto.

Con lo anterior mencionado, la tercera tensión principal arrojó un valor de -3.632 MPa. Este valor nos indica una tensión de compresión. Siendo este resultado, junto con las tensiones

principales positivas un indicador para entender la naturaleza de las fuerzas internas que actúan sobre el material, confirmando que la estructura maneja de manera eficiente tanto las fuerzas de compresión como las de tracción sin acercarse a los límites de falla.

**Figura 20**

*Desplazamiento de la máquina y su elemento más crítico*

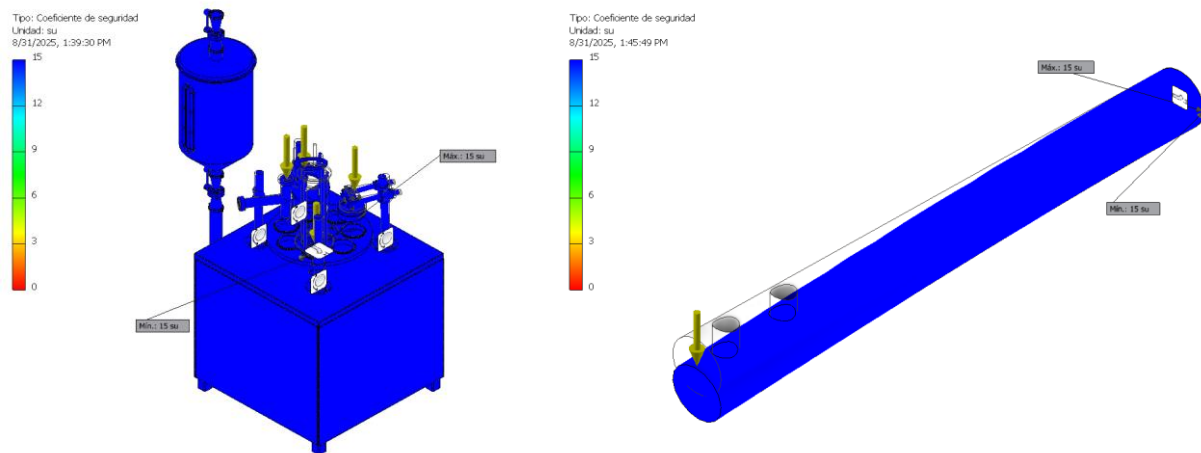


El análisis de desplazamiento es vital para evaluar la rigidez del diseño y para asegurar que la deformación bajo cargas sea mínima. Un desplazamiento excesivo podría afectar la precisión del proceso de llenado, desalinear componentes críticos o incluso causar interferencia entre sus partes móviles.

La simulación mostró un desplazamiento máximo de 0.08344 mm, valor extremadamente pequeño y prácticamente insignificante. La mínima deformación indica que la estructura de la máquina es excepcionalmente rígida y que mantendrá su geometría precisa durante la operación, lo que es esencial para la consistencia y la exactitud del llenado de los vasos de yogurt.

**Figura 21**

*Coeficiente de seguridad de la máquina y su elemento más crítico*



El coeficiente de seguridad es un indicador crítico del margen de seguridad del diseño. Este se puede calcular como la relación entre la resistencia a la fluencia del material y la tensión máxima de von Mises que se obtuvo en la simulación. Un coeficiente superior a 1 indica que el componente en análisis no fallará bajo las cargas de diseño, siendo deseable un valor más alto para garantizar un funcionamiento seguro y robusto a largo plazo.

En este análisis se puede apreciar que su valor mínimo es de 3 y su valor máximo es mayor a 15, lo que demuestra la confiabilidad en el diseño reacondicionado. También se puede decir que estos valores son notablemente altos, lo que significa que la tensión máxima que experimenta el material es muchas veces menor que su resistencia a la fluencia. Este resultado confirma que el diseño no solo es seguro, sino que está sobredimensionado para las cargas de operación. Si bien es cierto, un coeficiente alto puede sugerir una oportunidad para optimizar el diseño, pero para un proyecto de reacondicionamiento donde la robustez y la fiabilidad son prioritarias, un factor de seguridad elevado es una ventaja significativa.

Además, de esto se vale mencionar que el reacondicionamiento de la máquina rotativa no solo busca mejorar la eficiencia y la productividad, sino que también tiene como objetivo principal alinear el equipo a los estándares de la industria alimentaria.

La norma internacional ISO22000 establece los requisitos para un sistema de gestión de la inocuidad de los alimentos. En el contexto del reacondicionamiento, el diseño propuesto contribuye a su cumplimiento de varias maneras:

**Minimización de riesgos de contaminación:** La elección de acero inoxidable 316 para los componentes en contacto con el yogurt es una medida fundamental para la seguridad alimentaria. El acero 316, por su alto contenido de molibdeno, ofrece una resistencia superior a la corrosión por ácidos orgánicos y agentes de limpieza, evitando la formación de picaduras y el crecimiento de bacterias en la superficie del material.

**Robustez y confiabilidad operativa:** Los resultados del análisis FEA demuestra que el diseño es excepcionalmente robusto. Esto es crucial para la ISO 22000, ya que un equipo confiable reduce la probabilidad de fallas mecánicas, tiempos de inactividad no planificados y, por ende, el riesgo de contaminación o de que el producto quede expuesto a un entorno inseguro. El diseño asegura la continuidad del proceso, un pilar de la gestión de inocuidad.

En cuanto a las Normas 3-A de estándares sanitarios son un referente en la industria láctea y alimentaria para el diseño de equipos sanitarios. El proyecto se alinea a ellas a través de:

**Diseño para la limpieza (CIP):** El uso de acero inoxidable 316 permite que las partes que manejan el producto sean fácilmente limpiables y desinfectables. La superficie lisa y la resistencia química del material son esenciales para los rigurosos procesos de limpieza, asegurando que no queden residuos que puedan contaminar lotes posteriores.

**Prevención de la corrosión y el óxido:** La corrosión en equipos de procesamiento de alimentos es un riesgo de contaminación. El uso de acero inoxidable 304 en la estructura externa de la máquina y un electrocanal del mismo material garantiza que el entorno de trabajo esté libre de óxido y de posibles contaminantes, ya que el 304 tiene una excelente resistencia en ambientes atmosféricos no corrosivos.

**Componentes sanitarios:** La incorporación de sensores capacitivos sanitarios en el tanque de alimentación del producto es otro ejemplo de cómo el proyecto integra criterios de diseño higiénico. Estos sensores están diseñados para evitar la acumulación de producto, ser fáciles de limpiar y no albergar bacterias.

Durante el reacondicionamiento de una máquina de yogurt, se identificó que si bien muchos de los elementos mecánicos, eléctricos y electrónicos aún se encontraban operativos su antigüedad y el ambiente de trabajo habían deteriorado su confiabilidad. La corrosión en contactos eléctricos causaba fallas intermitentes difíciles de diagnosticar, lo que generaba tiempos muertos no planificados y afectaba la continuidad de la producción.

Adicionalmente, se evaluó que algunos de los elementos originales carecían de las condiciones de seguridad actuales para el operador, lo que justificaba su reemplazo por componentes con mejores protecciones eléctricas y mayor resistencia a ambientes de humedad y residuos de lácteos. En términos prácticos, esta sustitución restauró la integridad de la red de comunicación, mejorando la estabilidad de las señales de control y eliminando errores de sincronización y detección de envases.

El análisis revela una clara correlación entre la reducción de la frecuencia de incidentes operativos y la mejora sostenida en la eficiencia de producción y el volumen total de unidades producidas. Los datos históricos confirman que la máquina, durante sus fases iniciales de operación, experimentó desafíos significativos relacionados con la calibración, el sellado y otros fallos mecánicos. Sin embargo, al modelar una trayectoria de mejora sistémica, se observa que la resolución de estos problemas iniciales cataliza un aumento progresivo en la tasa de producción por hora y, en consecuencia, en la producción mensual total. Aunque inicialmente hubo fallos, un modelo de mejora sistémica indica un crecimiento progresivo en la producción por hora, no lineal, sino logarítmico, con un potencial considerable para alcanzar un rendimiento superior.



La base de datos de este informe se establece a partir de la toma de datos en tiempo real de las unidades producidas, la cual dicha base de datos cuenta con un formato en donde se encuentran variables como la fecha, los horarios de inicio y fin de la operación, el formato del producto (120, 225, 400), las unidades buenas y malas producidas, y, de manera crucial, notas sobre los incidentes y el tipo de daño registrado.

Para nuestro análisis de la curva de mejora se estructura en torno a tres métricas operacionales interconectadas y fundamentales:

1. **Eficiencia de Producción:** Definida como la Tasa de Producción, expresada en unidades buenas por hora. Esta métrica es la medida cuantitativa de la velocidad y efectividad del proceso productivo, reflejando el rendimiento operativo de la máquina.
2. **Reducción de Daños:** Esta métrica se define por la frecuencia y la naturaleza de los incidentes que causan interrupciones o ineficiencias. El análisis se centra en las notas cualitativas de las columnas “Tipo de daño” y “Novedad”. Se argumenta que un "daño" no es solo una unidad defectuosa, sino cualquier evento como un fallo de sellado, un problema de calibración o una falta de etiqueta que afecte la productividad, sin importar si resulta en unidades desechadas.
3. **Unidades Producidas:** El total de Unidades buenas producidas cada mes. Esta métrica es el resultado directo de la interacción entre la eficiencia de producción y la reducción de incidentes, sirviendo como el indicador final del volumen de negocio y el rendimiento global de la máquina.

El análisis de la Tasa de Producción se basó en los turnos registrados entre febrero y agosto de 2025, calculando las unidades buenas producidas en relación con la duración de cada turno.

Durante el mes de abril la máquina operó con una eficiencia fluctuante. Los registros muestran una gran variabilidad, con tasas que oscilan drásticamente entre turnos. Por ejemplo, se registraron tasas de 600.7 a 976 unidades por hora, lo que indica desafíos de calibración y ajustes

iniciales. Esta variabilidad en la eficiencia es indicativa de los desafíos inherentes a la fase inicial de operación, donde factores como la calibración y el ajuste de los equipos pueden no ser consistentes.

No obstante, para el mes de julio, se observa una mayor consistencia y, en general, un mejor rendimiento en la Tasa de Producción. Se alcanzaron tasas de hasta 1,778 unidades por hora, demostrando que la máquina puede operar a un alto nivel. A pesar de esto, aún hubo fluctuaciones, como una baja de 738 unidades por hora debido a problemas de final de línea (codificado y encartonado). Esta transición de problemas mecánicos críticos a problemas menores de proceso es un indicador de la mejora subyacente del equipo.

El volumen total de unidades producidas cada mes refleja la mejora de la tasa de producción y la reducción de incidentes. Se observa una curva de crecimiento ascendente y sostenida desde febrero, lo que demuestra un claro potencial para aumentar el volumen de producción.

**Tabla 3**

*Resumen consolidado de rendimiento*

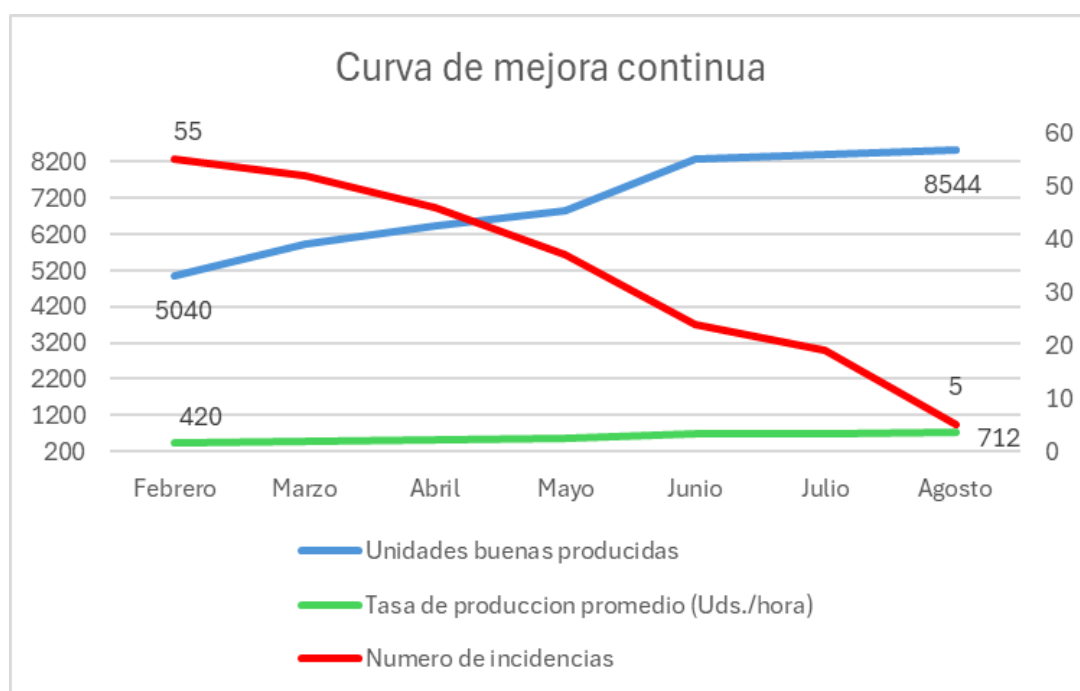
| Mes     | Unidades buenas<br>producidas | Tasa de producción<br>promedio (Uds./hora) | Frecuencia de<br>incidentes   |
|---------|-------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------|
| Febrero | 5040                          | 420                                        | Alta y moderadamente<br>grave |
| Marzo   | 5916                          | 493                                        | Moderada y menos<br>grave     |
| Abril   | 6420                          | 535                                        | Moderada                      |
| Mayo    | 6840                          | 570                                        | Baja a moderada               |

|                      |       |      |                              |
|----------------------|-------|------|------------------------------|
| Junio                | 8280  | 690  | Baja y de bajo impacto       |
| Julio                | 8400  | 700  | Mínima y de bajo impacto     |
| Agosto (8 de agosto) | ~8544 | ~712 | Mínima y de muy bajo impacto |

*Nota. Datos obtenidos mediante la visualización presencial del proceso.*

**Figura 22**

*Curva de mejora continua*



La curva de mejora demuestra que el rendimiento de la máquina está directamente ligado a la capacidad de resolver problemas recurrentes. La información cualitativa de los registros de la columna de “Novedad” es la clave para identificar puntos críticos como fallos de sellado, problemas de calibración y cambios de componentes. La mejora observada de abril a julio no fue una coincidencia, sino el resultado de un proceso de ajuste y aprendizaje. La oportunidad radica

en estandarizar estos procesos para que la mejora no dependa de la intuición de un operador, sino que se convierta en una práctica operativa estándar.

## **Capítulo 4**

## 4.1 Conclusiones y recomendaciones

### 4.1.1 Conclusiones

- El análisis de la curva de mejora continua de la máquina rotativa de yogurt griego demuestra un rendimiento superior. Las unidades buenas producidas aumentaron un 69.5%, pasando de ~5,000 en febrero a ~8,500 en agosto. Este crecimiento sostenido valida que el equipo supera su desempeño histórico, reflejando una clara optimización en la operación.
- La Tasa de Producción y la reducción de incidencias confirman una trayectoria positiva. La tasa promedio de producción subió de ~420 a ~712 unidades por hora, un aumento de casi el 70%. Paralelamente, el número de incidentes se desplomó un 91%, de ~55 a solo 5 en el mismo periodo. Esta evidencia gráfica demuestra que la mejora continua no solo aumenta la productividad, sino que también minimiza los problemas operativos, lo cual genera un impacto positivo y directo en la rentabilidad de la empresa.
- Las inconsistencias iniciales, los fallos de calibración y los problemas de sellado pueden ser vistos como desafíos superados, no como limitaciones inherentes. La máquina ha entrado en una fase de rendimiento superior, y el futuro de su rentabilidad depende de la capacidad de la organización para sostener este impulso.
- Al formalizar los procesos, invertir en mantenimiento preventivo y mejorar la calidad de la recopilación de datos, el potencial de las máquinas utilizadas en esta industria puede ser plenamente realizado, transformándola en un activo de producción fiable y altamente eficiente a largo plazo.
- La implementación de procesos estructurados, acompañada de estrategias de mantenimiento adecuadas y una gestión más precisa de la información operativa, permite aprovechar de mejor manera el potencial de las máquinas empleadas en la

industria. De este modo, los equipos pueden convertirse en recursos más confiables, eficientes y sostenibles, asegurando un mejor desempeño productivo a largo plazo.

- Los resultados obtenidos mediante la simulación por elementos finitos validan de manera contundente el diseño propuesto para la máquina rotativa. Además, los valores de von Mises, desplazamiento y el coeficiente de seguridad demuestran que la máquina es mecánicamente segura, extremadamente rígida y a su vez confiable.
- El diseño propuesto no solo cumple con los requisitos para un funcionamiento seguro, sino que su robustez asegura una larga vida útil y la minimización de fallas estructurales. El reacondicionamiento con este diseño mejorado no solo aumentará la productividad, sino que también proporcionará un equipo más confiable y seguro para el proceso de llenado de yogurt griego.
- La combinación de acero inoxidable 316 y 304 en el reacondicionamiento de la máquina rotativa es una solución eficaz y optimizada, además que la selección del material va más allá de la fuerza; es una decisión que resguarda la seguridad alimentaria y la durabilidad a largo plazo. El uso de acero 316 en las partes de contacto garantiza la higiene y la resistencia a la corrosión del producto, mientras que el acero 304 en la estructura externa provee una solución robusta y económica. Este enfoque dual valida que el diseño no solo cumplirá con los requisitos funcionales del proceso de llenado, sino que también con los estrictos estándares de calidad y sanidad de la industria láctea.

#### ***4.1.2 Recomendaciones***

- Se debe establecer un cronograma de revisión y limpieza regular para las cabezas de sellado y los sistemas de aire asociados. La sustitución de componentes críticos, como las mangueras de aire, debe programarse con antelación, en lugar de esperar a un fallo operativo. Esto previene interrupciones no planificadas y asegura la consistencia de la calidad del sellado, un factor crítico en la producción.
- Se recomienda implementar un protocolo de calibración obligatorio al inicio de cada turno o al cambiar el formato de producto. El Formato de los recipientes (120, 225, 400) varía, a pesar de que el plato rotativo en el formato de 225 y 400 sea el mismo, además de una calibración precisa para cada uno es esencial para garantizar una operación fluida y eficiente, evitando así los problemas de detección de lámina de aluminio y la variabilidad en la tasa de producción observada en los datos empíricos.
- Se recomienda implementar un sistema de registro de las Unidades esperadas, Tipo de daño y Novedad de manera obligatoria obligatorias. Esto proporcionará una base de datos más completa para el futuro, permitiendo un cálculo preciso de la eficiencia tradicional y un análisis más detallado de la reducción de daños. La información adicional en la columna Novedad debe ser más descriptiva, incluyendo detalles sobre la causa del problema y las acciones correctivas tomadas.



## Referencias

- [1] Della Toffola, “Soluciones de llenado para la industria alimentaria.” [En línea]. Disponible: <https://www.dellatoffola.mx/es/catalogue/lechero-quesero/Mini-queserias/mini-queserias/Llenadoras-de-yogur>
- [2] Universidad Técnica del Norte (UTN), Reacondicionamiento de línea de llenado de yogurt tipo vaso, Ibarra, Ecuador, 2016. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7512>
- [3] Escuela Politécnica Nacional (EPN), Diseño y construcción de una máquina dosificadora de yogurt tipo vaso, Quito, Ecuador, 2014. [En línea]. Disponible: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/5430>
- [4] R. J. Centeno Quinzo y F. A. Otañez Moreno, “Repotenciación de una máquina envasadora y dosificadora rotativa de yogurt de la Fábrica de Lácteos PRASOL,” Tesis de grado, ESPOCH, Riobamba, Ecuador, 2022. [En línea]. Disponible: <https://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/16178>
- [5] Taizy Packaging, Máquina llenadora y selladora de vasos de yogurt. [En línea]. Disponible: <https://taizypackaging.com/es/yogurt-cup-filling-and-sealing-machine/>
- [6] J. A. Mejía Mora y A. V. Trujillo Pillaca, “Propuesta de mejora para incrementar la eficiencia del proceso de producción de yogurt aplicando herramientas SMED y RCM,” Tesis de grado, UPC, Lima, Perú, 2023. [En línea]. Disponible: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/671493>
- [7] Universidad Politécnica Salesiana, “Repotenciación de máquinas envasadoras para el mejoramiento de la productividad en una empresa de producción de leche de Guayaquil,” Tesis de grado, UPS, Guayaquil, Ecuador, 2023. [En línea]. Disponible: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27963>

[8] Synerlink, “Filling and packaging solutions for dairy products.” [En línea].

Disponible: <https://www.synerlink.com>

[9] Serac, “Filling machines for food & dairy.” [En línea]. Disponible:

<https://www.serac.com>

[10] GEA, “Filling and packaging solutions for dairy industry.” [En línea]. Disponible:

<https://www.gea.com>

[11] Tetra Pak, “Equipment and solutions for food filling.” [En línea]. Disponible:

<https://www.tetrapak.com>

[12] Krones, “Filling technology for the beverage and food industry.” [En línea].

Disponible: <https://www.krones.com>

[13] Maxpack Machinery, Caso de estudio de línea de llenado de yogurt, 2020. [En

línea]. Disponible: <https://www.maxpackmachinery.com/es/2020/04/caso-de-estudio-11-maxpack-llenado-botellas-para-yogur-de-leche>

[14] A. Arinez et al., “Artificial Intelligence and Machine Learning to Predict and Improve Efficiency in Manufacturing Industry,” *arXiv preprint*, arXiv:1901.02256, 2019.

[15] Figura 2 - D. Fernandez and D. Mideros, "Diseño de un Sistema Inteligente y Compacto de Iluminación," *Enfoque UTE*, vol. 9, pp. 226–235, 2018, doi:

10.29019/enfoqueute.v9n1.283

[16] Figura 4 - Fiama Componentistica per l’automazione, “SC — Controles de nivel

capacitivos cilindricos para sólidos y líquidos,” Fiama (español), [En línea]. Disponible:

<https://www.fiama.it/es/controlli-di-livello-ad-elica-per-materiali-in-polvere-o-granulari/45/sc.html>.

[17] Figura 5 - Ingeniería Mecafenix, “Como funciona el sensor de proximidad inductivo,” Ingeniería Mecafenix, [En línea]. Disponible:

<https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/sensores/sensor-inductivo/>.

Universidad Politécnica Salesiana (UPS), Automatización de una máquina de llenado para yogurt en vasos, 2015. [En línea]. Disponible:

<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6565>

## Anexos

A continuación, se presenta el detalle de las entradas y salidas conectadas al PLC Siemens S7-1200, organizadas de acuerdo con su función y la lógica de control implementada en la máquina rotativa.

**Tabla 4**

*Tabla de salidas del PLC*

| DESCRIPCIÓN                                | SALIDAS CONTROL LÓGICO<br>PROGRAMABLE SIEMENS |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| CILINDRO APERTURA/EV1/R1                   | Q0.0 – CPU1214C                               |
| CILINDRO LÁMINA DE ALUMINIO/EV2/R2         | Q0.1 – CPU1214C                               |
| ACTUADOR GIRAT/EV3/R3                      | Q0.2 – CPU1214C                               |
| CILINDRO RESISTENCIA/EV4/R4                | Q0.3 – CPU1214C                               |
| CILINDRO RED. EXTRACCIÓN DE<br>COPA/EV5/R5 | Q0.4 – CPU1214C                               |
| CILINDRO LLENADO COPA/EV6/R6               | Q0.5 – CPU1214C                               |
| CILINDRO RED. ELEVADOR COPA/EV7/R7         | Q0.6 – CPU1214C                               |
| CILINDRO RED. SUCCIÓN DE COPA/EV8/R8       | Q0.7 – CPU1214C                               |
| EV SUCCIÓN COPA/EV9/R9                     | Q1.0 – CPU1214C                               |
| EV SUCCIÓN LÁMINA DE<br>ALUMINIO/EV10/R10  | Q1.1 – CPU1214C                               |
| RELE – PARA RUN VARI./BOMBA/R11            | Q2.0 – SM1223                                 |
| LUZ PILOTO VERDE                           | Q2.1 – SM1223                                 |
| LUZ PILOTO ROJA                            | Q2.2 – SM1223                                 |
| LUZ PILOTO AMARILLA                        | Q2.3 – SM1223                                 |
| RELE – PARA KM1/MESA GIRAT/R12             | Q2.4 – SM1223                                 |
|                                            | Q2.5 – SM1223                                 |
|                                            | Q2.6 – SM1223                                 |

|  |               |
|--|---------------|
|  | Q2.7 – SM1223 |
|  | Q3.0 – SM1223 |
|  | Q3.1 – SM1223 |

**Tabla 5**

*Tabla de entradas del PLC*

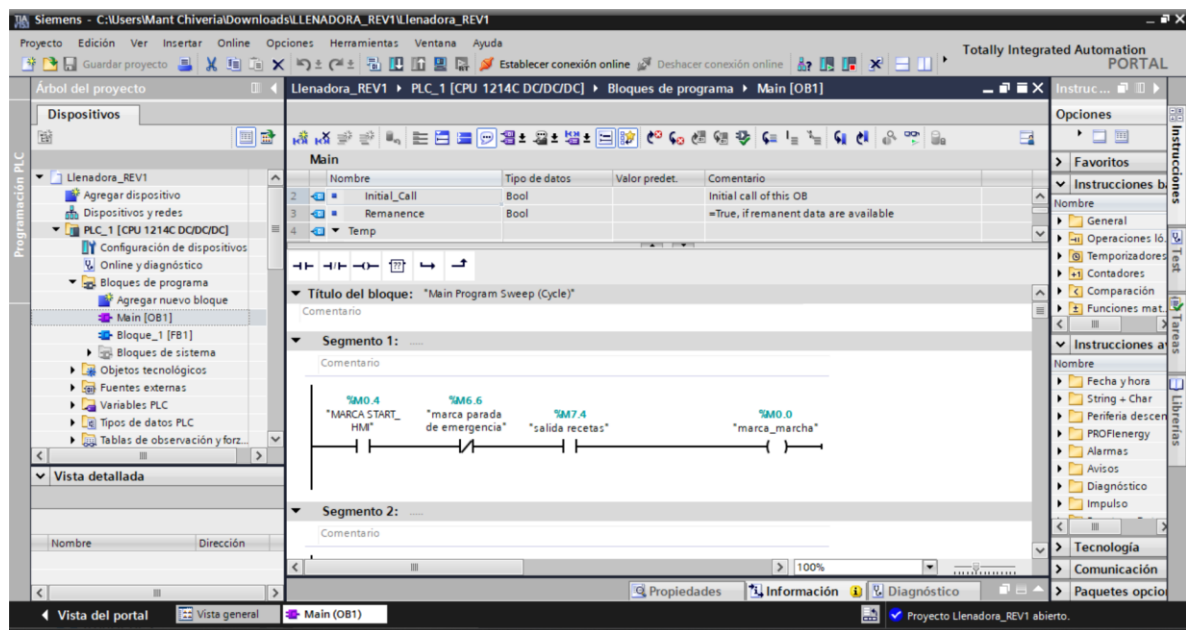
| DESCRIPCIÓN                                          | ENTRADAS CONTROL LÓGICO<br>PROGRAMABLE_SIEMENS |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| START                                                | I0.0 – CPU1214C                                |
| STOP                                                 | I0.1 – CPU1214C                                |
| TOPE BAJO/CILINDRO APERTURA                          | I0.2 – CPU1214C                                |
| TOPE ALTO/CILINDRO APERTURA                          | I0.3 – CPU1214C                                |
| TOPE BAJO/CILINDRO LÁMINA DE<br>ALUMINIO             | I0.4 – CPU1214C                                |
| TOPE ALTO/CILINDRO LÁMINA DE<br>ALUMINIO             | I0.5 – CPU1214C                                |
| SENSOR LÁMINA DE ALUMINIO                            | I0.6 – CPU1214C                                |
| SENSOR MESA GIRATORIA                                | I0.7 – CPU1214C                                |
| TOPE BAJO/CILINDRO RESISTENCIA                       | I1.0 – CPU1214C                                |
| TOPE ALTO/CILINDRO RESISTENCIA                       | I1.1 – CPU1214C                                |
| TOPE BAJO/CILINDRO ELEVADOR COPA                     | I1.2 – CPU1214C                                |
| TOPE ALTO/CILINDRO ELEVADOR COPA                     | I1.3 – CPU1214C                                |
| TOPE BAJO/CILINDRO SUCCIÓN COPA                      | I1.4 – CPU1214C                                |
| SENS_CAP_EXPULSION_VASO                              | I1.5 – CPU1214C                                |
| TOPE BAJO/CILINDRO EXTRACCIÓN COPA<br>(RELE 220 VAC) | I2.0 – SM1223                                  |
| PARO EMERGENCIA                                      | I2.1 – SM1223                                  |

|                                                     |               |
|-----------------------------------------------------|---------------|
| SENSOR CAP_DETEC_VASO_LLENADO                       | I2.2 – SM1223 |
| SENSOR FOTOELECTRICO_VASO                           | I2.3 – SM1223 |
| SENSOR CAP_DETEC_VASO_RESIST.                       | I2.4 – SM1223 |
| SENSOR<br>CAP_DETEC_VASO_EXTR_LÁMINA DE<br>ALUMINIO | I2.5 – SM1223 |
| SENSOR CAP_DETEC_VASO_LÁMINA DE<br>ALUMINIO         | I2.6 – SM1223 |
| SENSOR CAP_DETEC_VASO_SUCCIO                        | I2.7 – SM1223 |
| NIVEL_BAJO_TQ                                       | I3.0 – SM1223 |
| NIVEL_ALTO_TQ                                       | I3.1 – SM1223 |

## Programación del PLC:

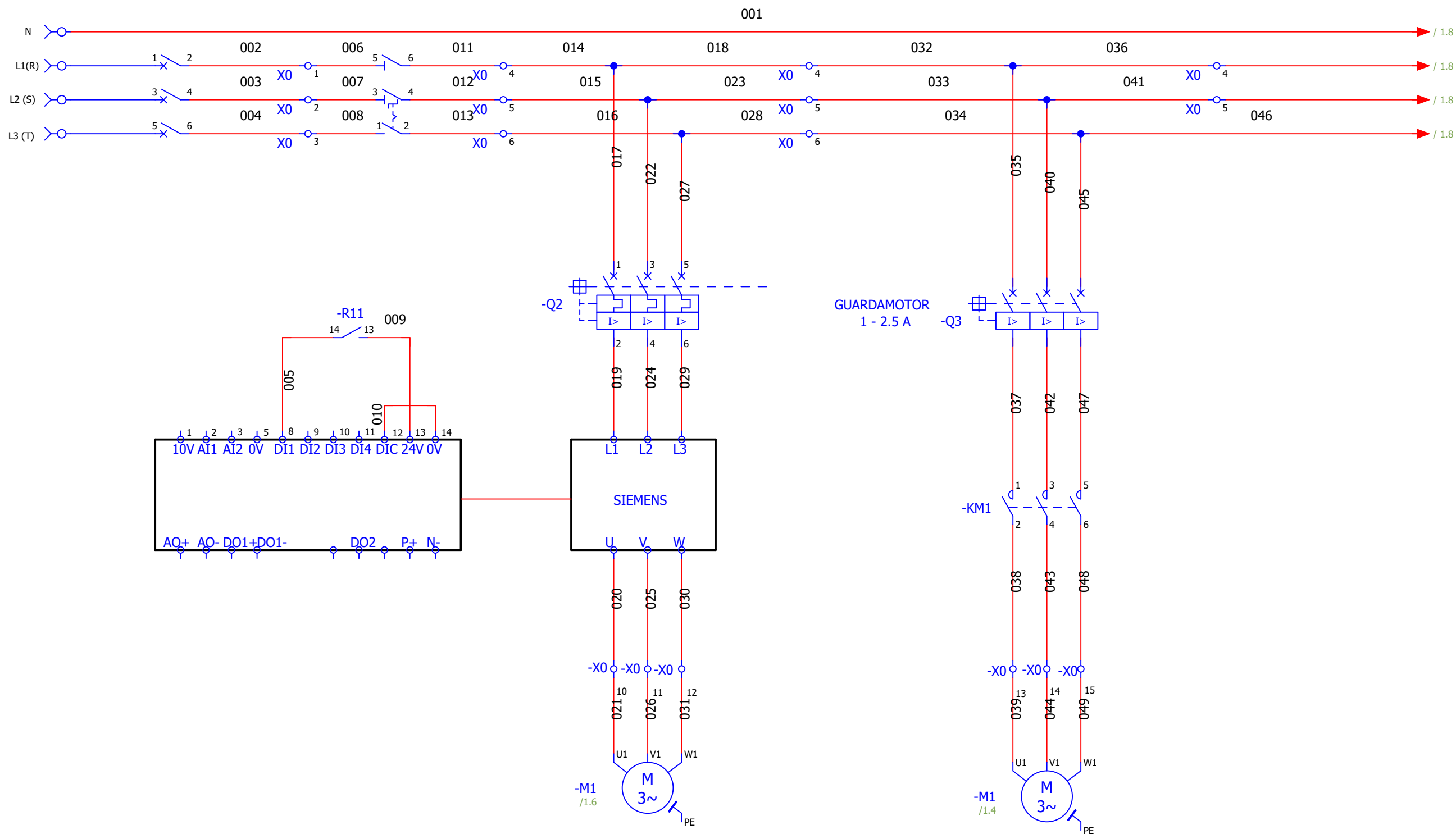
**Figura 23**

*Programación desarrollada en Tia Portal*

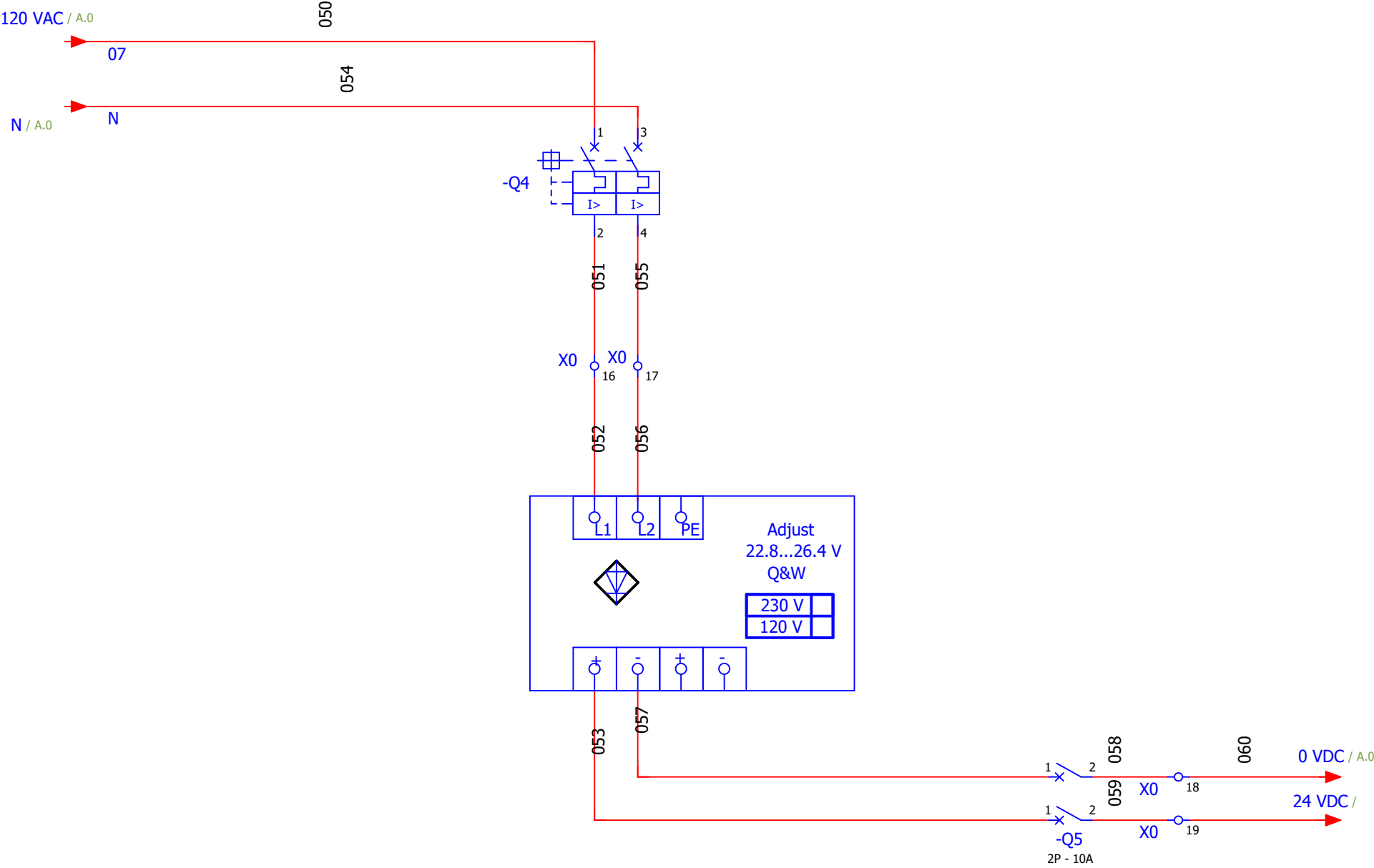


[https://drive.google.com/file/d/1qRxXlg17WLcfoqRbisaG4vJLCU\\_4Lm-J/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1qRxXlg17WLcfoqRbisaG4vJLCU_4Lm-J/view?usp=sharing)

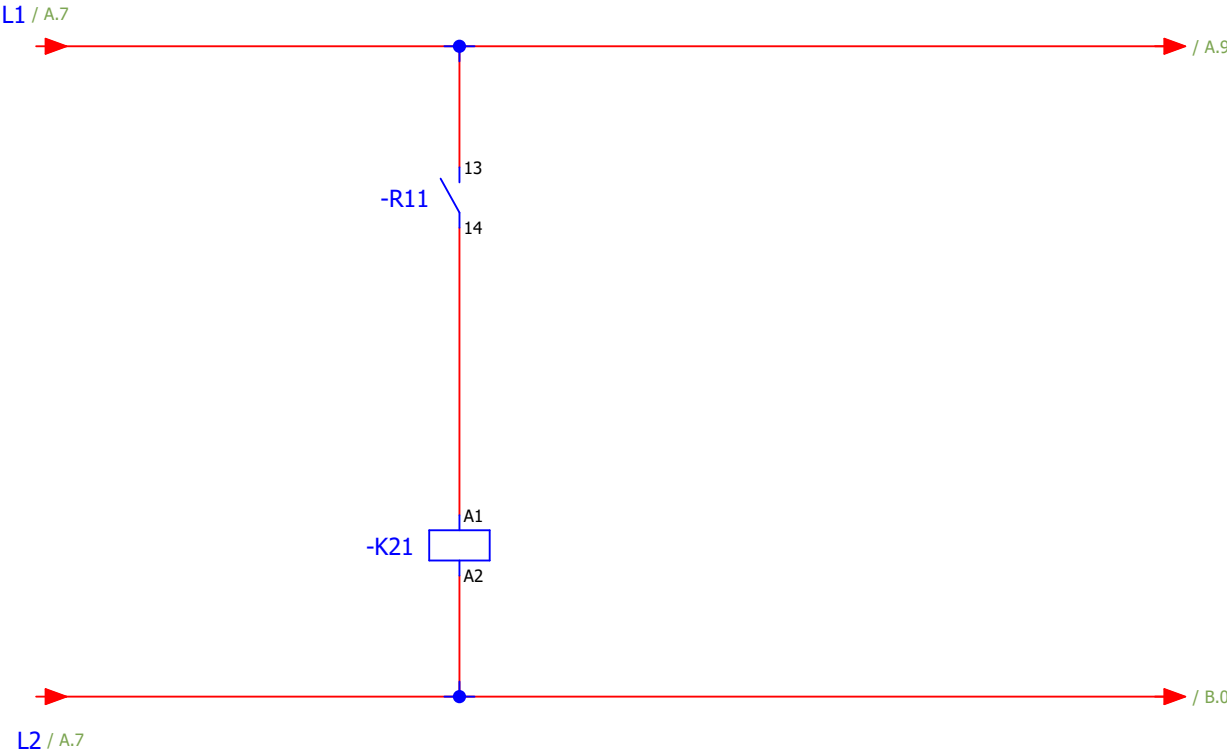
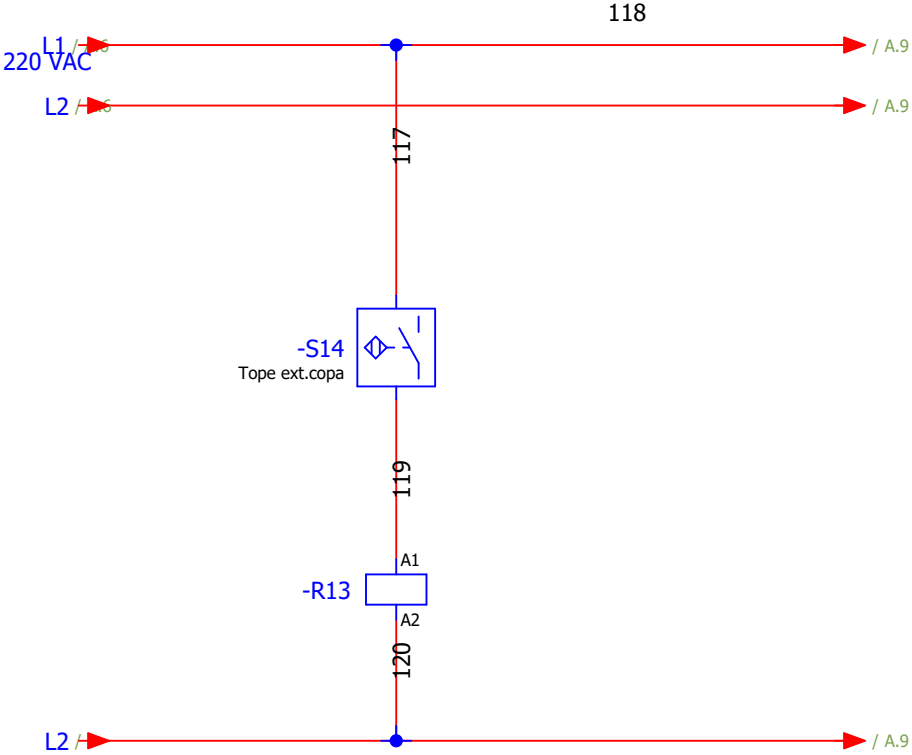
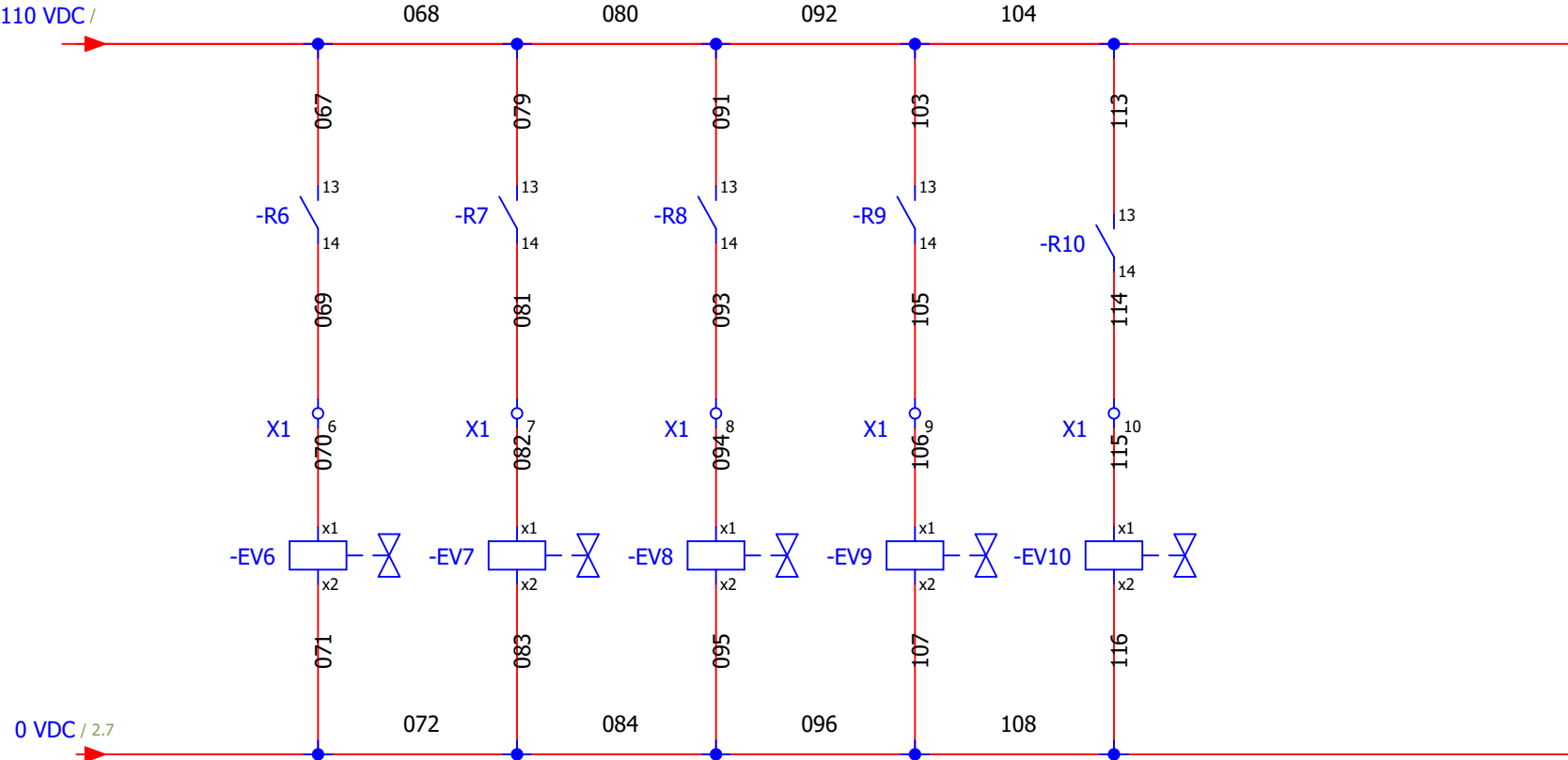
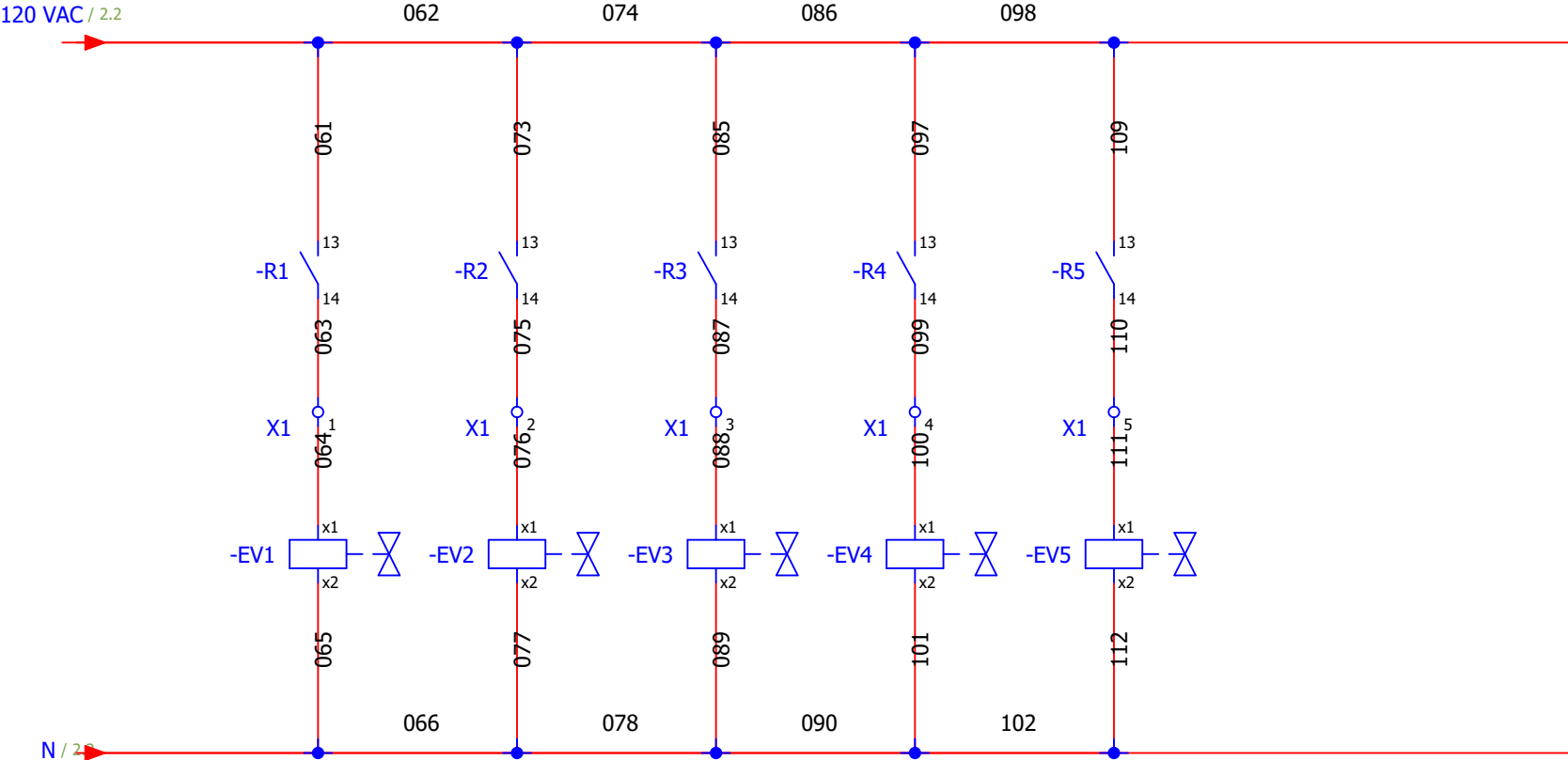
| Descripcion                             | SALIDAS PLC_SIEMENS |
|-----------------------------------------|---------------------|
| CILINDRO APERTURA/EV1/R1                | Q0.0 - CPU1214C     |
| CILINDRO FOIL/EV2/R2                    | Q0.1 - CPU1214C     |
| ACTUADOR GIRAT/EV3/R3                   | Q0.2 - CPU1214C     |
| CILINDRO RESISTENCIA/EV4/R4             | Q0.3 - CPU1214C     |
| CILINDRO RED. EXTRACCION DE COPA/EV5/R5 | Q0.4 - CPU1214C     |
| CILINDRO LLENADO COPA/EV6/R6            | Q0.5 - CPU1214C     |
| CILINDRO RED. ELEVADOR COPA/EV7/R7      | Q0.6 - CPU1214C     |
| CILINDRO RED. SUCCION DE COPA/EV8/R8    | Q0.7 - CPU1214C     |
| EV SUCCION COPA/EV9/R9                  | Q1.0 - CPU1214C     |
| EV SUCCION FOIL/EV10/R10                | Q1.1 - CPU1214C     |
| RELE - PARA RUN VARI./BOMBA/R11         | Q2.0 - SM1223       |
| LUZ PILOTO VERDE                        | Q2.1 - SM1223       |
| LUZ PILOTO ROJA                         | Q2.2 - SM1223       |
| LUZ PILOTO AMARILLA                     | Q2.3 - SM1223       |
| RELE - PARA KM1/MESA GIRAT/R12          | Q2.4 - SM1223       |
|                                         | Q2.5 - SM1223       |
|                                         | Q2.6 - SM1223       |
|                                         | Q2.7 - SM1223       |
|                                         | Q3.0 - SM1223       |
|                                         | Q3.1 - SM1223       |



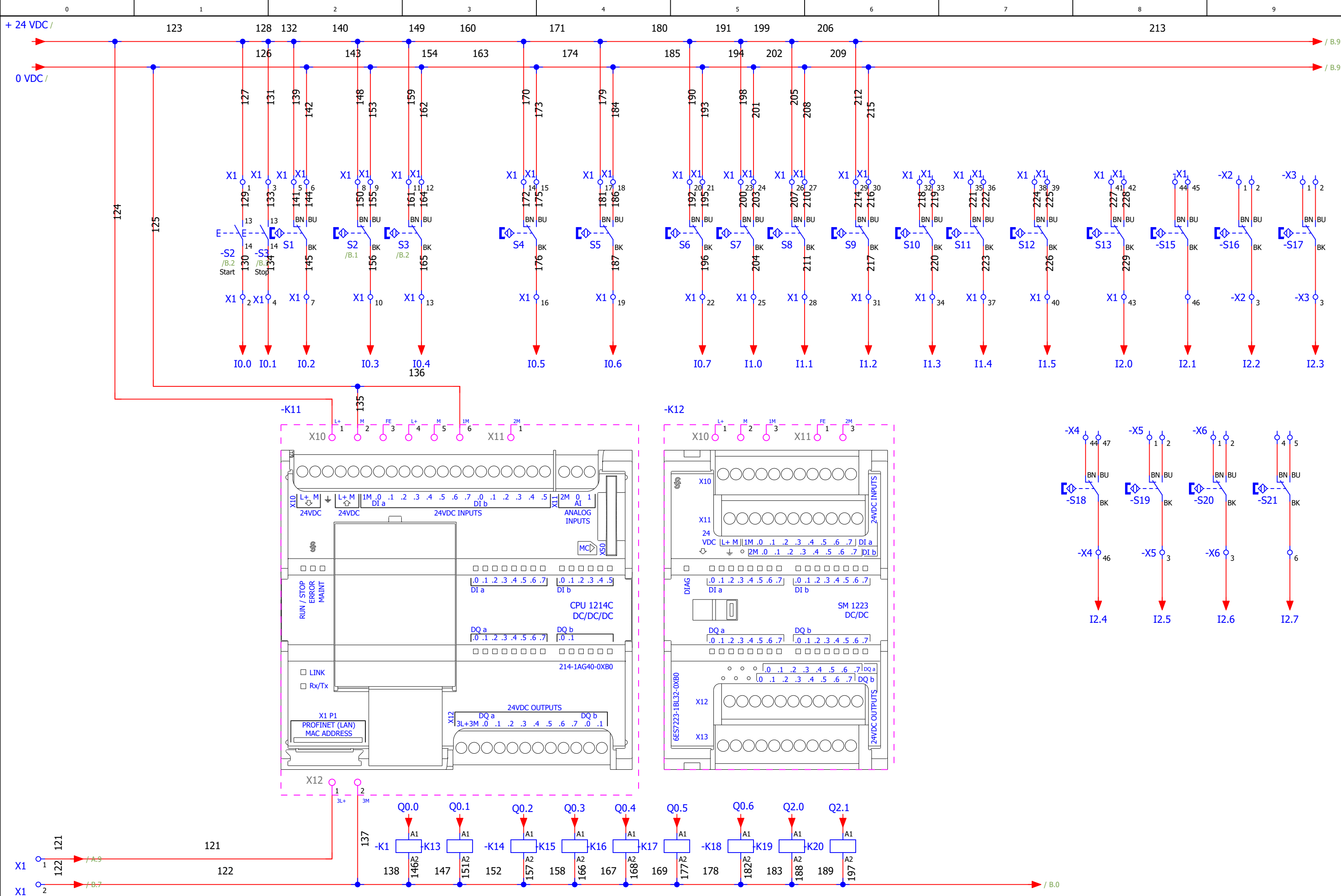




|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

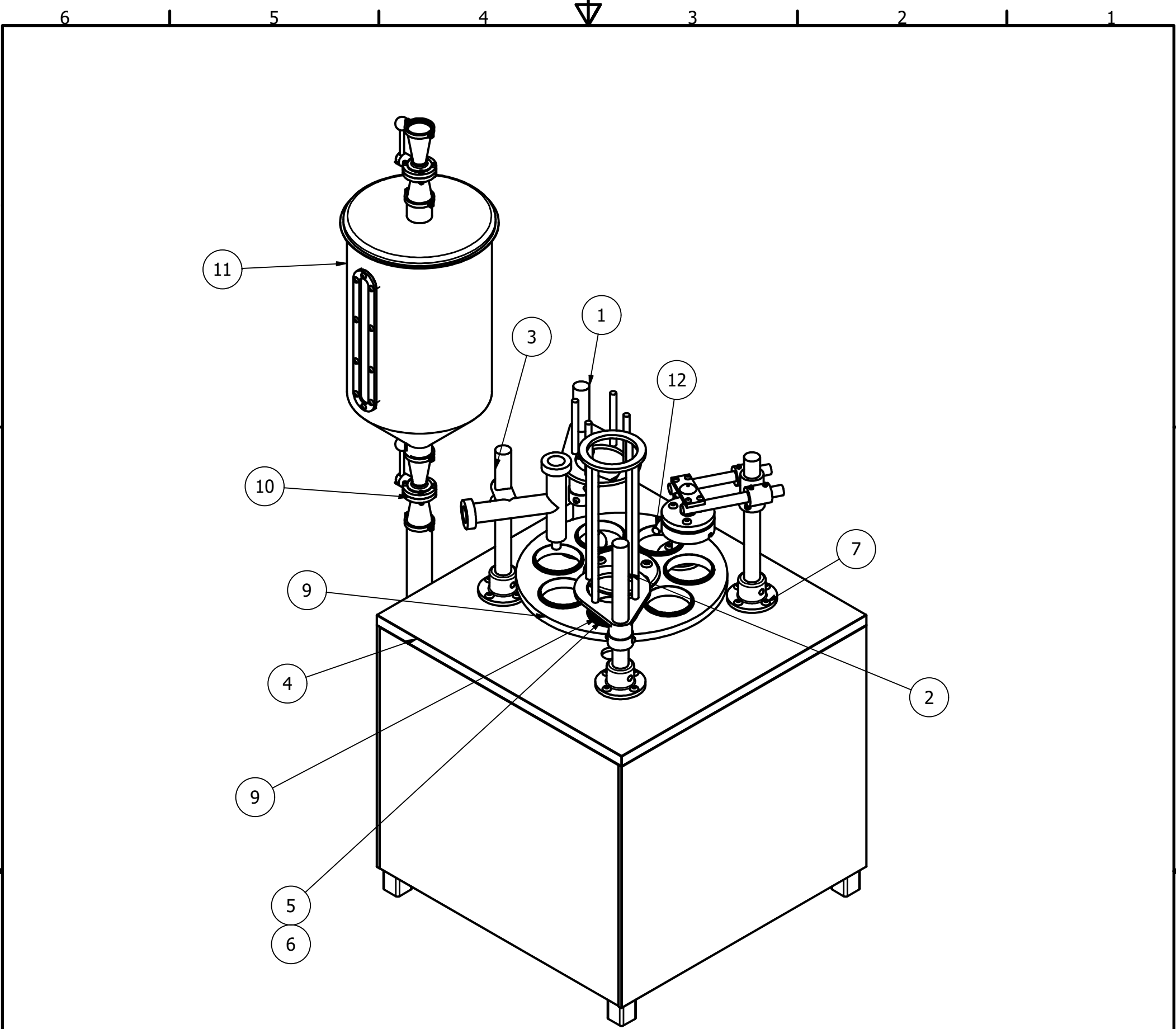


|        |       |        |          |            |                                                             |  |           |                                  |  |            |                                      |
|--------|-------|--------|----------|------------|-------------------------------------------------------------|--|-----------|----------------------------------|--|------------|--------------------------------------|
|        |       |        | Fecha    | 07/07/2025 | William Andrew Tomalá Zapata<br>Kenyi Jair Alvarado Cazorla |  | INGE-2933 | Plano control de conteo de tapas |  |            | = CA1                                |
|        |       |        | Resp.    | G15        |                                                             |  |           |                                  |  |            | +                                    |
|        |       |        | Probado  |            |                                                             |  |           |                                  |  |            |                                      |
| Cambio | Fecha | Nombre | Original |            | r                                                           |  |           |                                  |  | IEC_bas001 | Hoja INGE.2933.403A3<br>Página 4 / 6 |



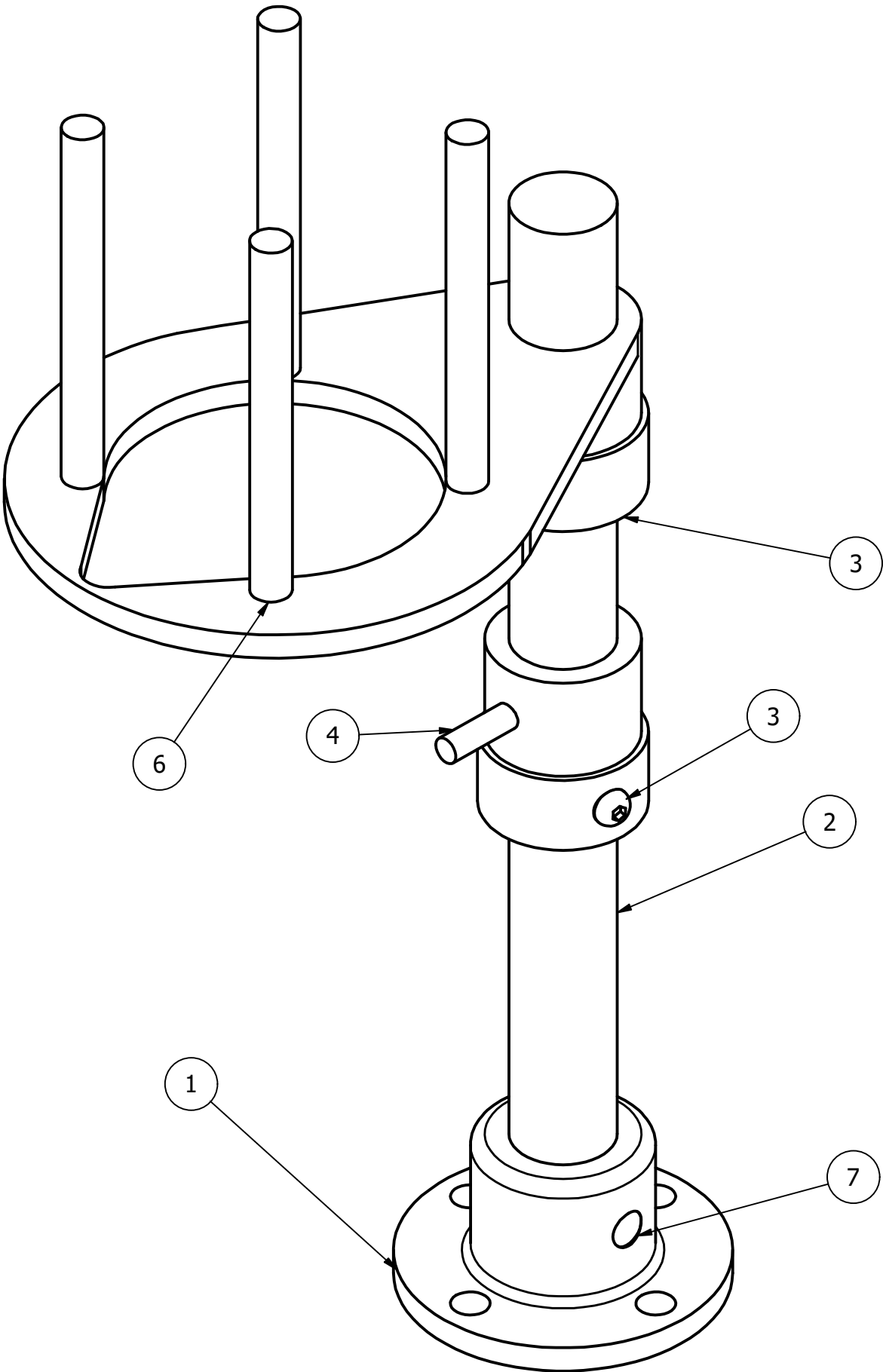
| Description                                      | ENTRADAS PLC_SIEMENS |
|--------------------------------------------------|----------------------|
| START                                            | I0.0 - CPU1214C      |
| STOP                                             | I0.1 - CPU1214C      |
| TOPE BAJO/CILINDRO APERTURA                      | I0.2 - CPU1214C      |
| TOPE ALTO/CILINDRO APERTURA                      | I0.3 - CPU1214C      |
| TOPE BAJO/CILINDRO FOIL                          | I0.4 - CPU1214C      |
| TOPE ALTO/CILINDRO FOIL                          | I0.5 - CPU1214C      |
| SENSOR FOIL                                      | I0.6 - CPU1214C      |
| SENSOR MESA GIRATORIA                            | I0.7 - CPU1214C      |
| TOPE BAJO/CILINDRO RESISTENCIA                   | I1.0 - CPU1214C      |
| TOPE ALTO/CILINDRO RESISTENCIA                   | I1.1 - CPU1214C      |
| TOPE BAJO/CILINDRO ELEVADOR COPA                 | I1.2 - CPU1214C      |
| TOPE ALTO/CILINDRO ELEVADOR COPA                 | I1.3 - CPU1214C      |
| TOPE BAJO/CILINDRO SUCCION COPA                  | I1.4 - CPU1214C      |
| SENS_CAP_EXPULSION_VASO                          | I1.5 - CPU1214C      |
| TOPE BAJO/CILINDRO EXTRACCION COPA(RELE 220 VAC) | I2.0 - SM1223        |
| PARO EMERGENCIA                                  | I2.1 - SM1223        |
| SENSOR CAP_DETEC_VASO_LLENADO                    | I2.2 - SM1223        |
| SENSOR FOTOELECTRICO_VASO                        | I2.3 - SM1223        |
| SENSOR CAP_DETEC_VASO_RESIST.                    | I2.4 - SM1223        |
| SENSOR CAP_DETEC_VASO_EXTR_FOIL                  | I2.5 - SM1223        |
| SENSOR CAP_DETEC_VASO_FOIL                       | I2.6 - SM1223        |
| SENSOR CAP_DETEC_VASO_SUCCIO                     | I2.7 - SM1223        |
| NIVEL_BAJO_TQ                                    | I3.0 - SM1223        |
| NIVEL_ALTO_TQ                                    | I3.1 - SM1223        |

|        |       |        |          |            |                                                             |  |           |                   |            |                         |              |  |
|--------|-------|--------|----------|------------|-------------------------------------------------------------|--|-----------|-------------------|------------|-------------------------|--------------|--|
|        |       |        | Fecha    | 07/07/2025 | William Andrew Tomalá Zapata<br>Kenyi Jair Alvarado Cazorla |  | INGE-2933 | Tabla_Salidas_PLC |            |                         | = CA1        |  |
|        |       |        | Resp.    | G15        |                                                             |  |           |                   |            |                         |              |  |
|        |       |        | Probado  |            |                                                             |  |           |                   |            |                         |              |  |
| Cambio | Fecha | Nombre | Original |            |                                                             |  |           |                   | IEC_bas001 | Hoja INGE.2933.403.1A 3 | Página 6 / 6 |  |



| LISTA DE PIEZAS |       |                            |
|-----------------|-------|----------------------------|
| ELEMENTO        | CTDAD | DESCRIPCIÓN                |
| 1               | 1     | Conjunto Alimentador Foils |
| 2               | 1     | Conjunto Alimentador Vasos |
| 3               | 1     | Conjunto Dosificador       |
| 4               | 1     | Conjunto Mesa              |
| 5               | 1     | Brida Eje                  |
| 6               | 1     | Rodamiento                 |
| 7               | 1     | Perno Brida Eje            |
| 8               | 1     | Perno Brida                |
| 9               | 1     | Conjunto Plato Rotatorio   |
| 10              | 1     | Conjunto Valvula Mariposa  |
| 11              | 1     | Conjunto Tolva             |
| 12              | 1     | Conjunto Sensor Foil       |

|                 |                                                                                                                    |           |                                                                     |                                                                |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Fecha: 29/08/25 | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div></div> <div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div> |                                                                |
| Autores         | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                     |                                                                |
|                 | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                     |                                                                |
| Materia         | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                     |                                                                |
| Escala<br>1:10  | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           |                                                                     | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion |
|                 |                                                                                                                    |           |                                                                     | Unidad<br><br>mm                                               |
|                 |                                                                                                                    |           | INGE.2293.001.A3                                                    |                                                                |



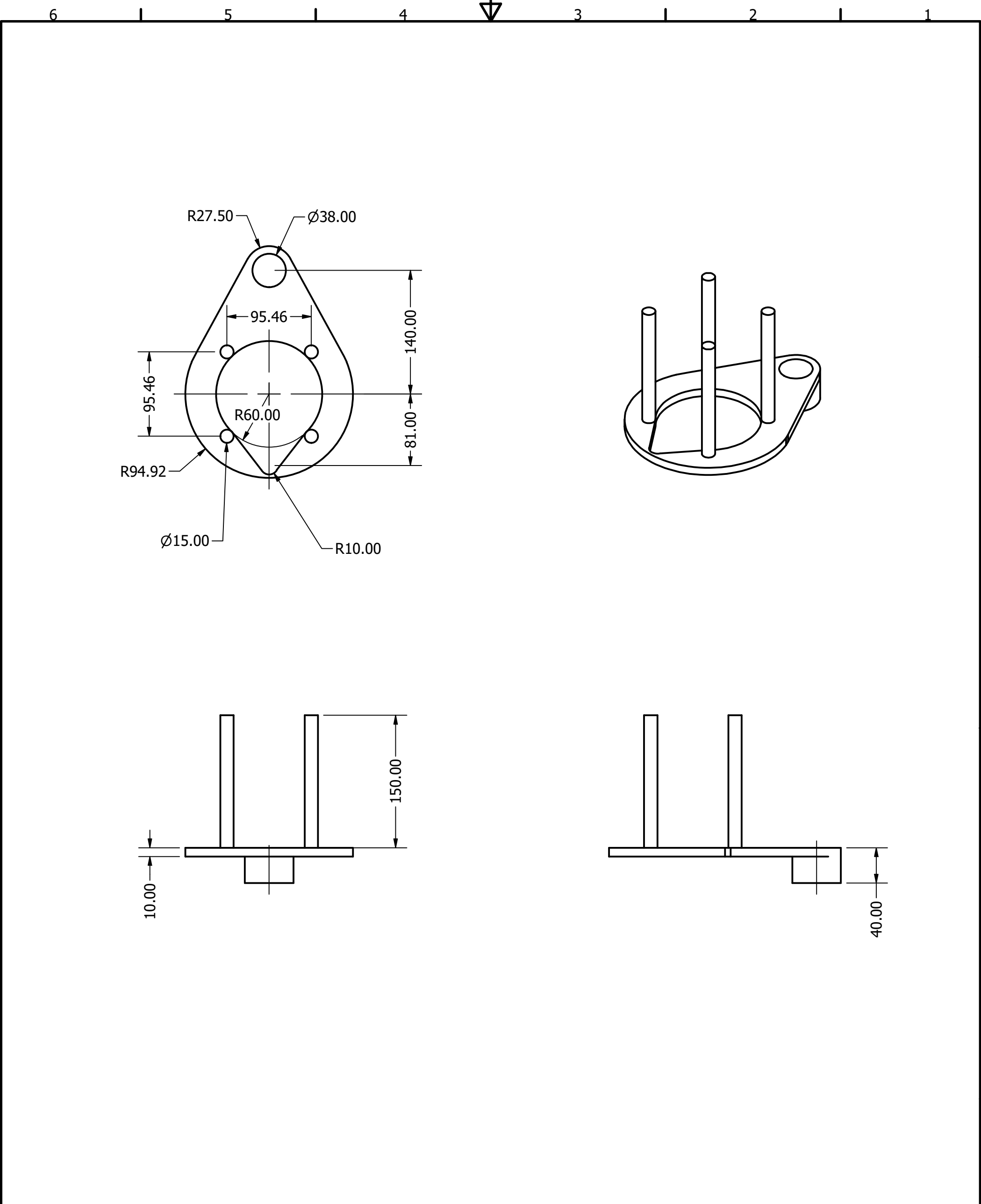
| LISTA DE PIEZAS |       |                   |
|-----------------|-------|-------------------|
| ELEMENTO        | CTDAD | DESCRIPCIÓN       |
| 7               | 1     | Brida             |
| 2               | 1     | Soporte           |
| 3               | 2     | Retenedor         |
| 4               | 1     | Soporte Neumatico |
| 5               | 4     | Perno Retenedor   |
| 6               | 1     | Alimentador       |
| 7               | 1     | Pasador Soporte   |

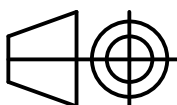
|                 |                     |           |
|-----------------|---------------------|-----------|
| Fecha: 29/08/25 | NOMBRE              | MATRICULA |
| Autores         | Kenyi Triviño       | 202000485 |
|                 | William Tomala      | 201901568 |
| Materia         | Materia Integradora |           |

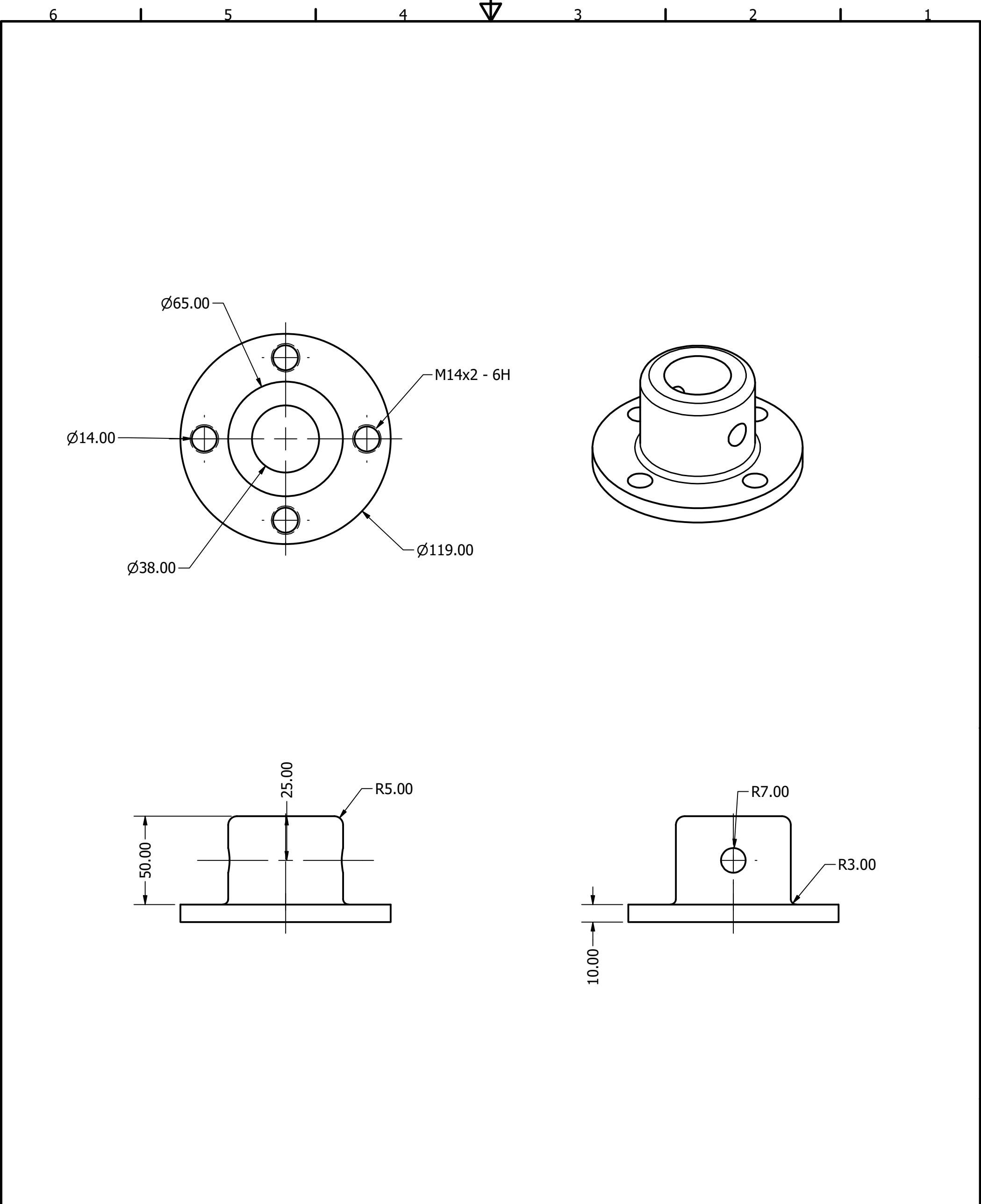


|               |                                                                                                                    |                                                                |              |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------|
| Escala<br>1:2 | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion |              |
|               |                                                                                                                    | INGE.2293.100.A3                                               | Unidad<br>mm |



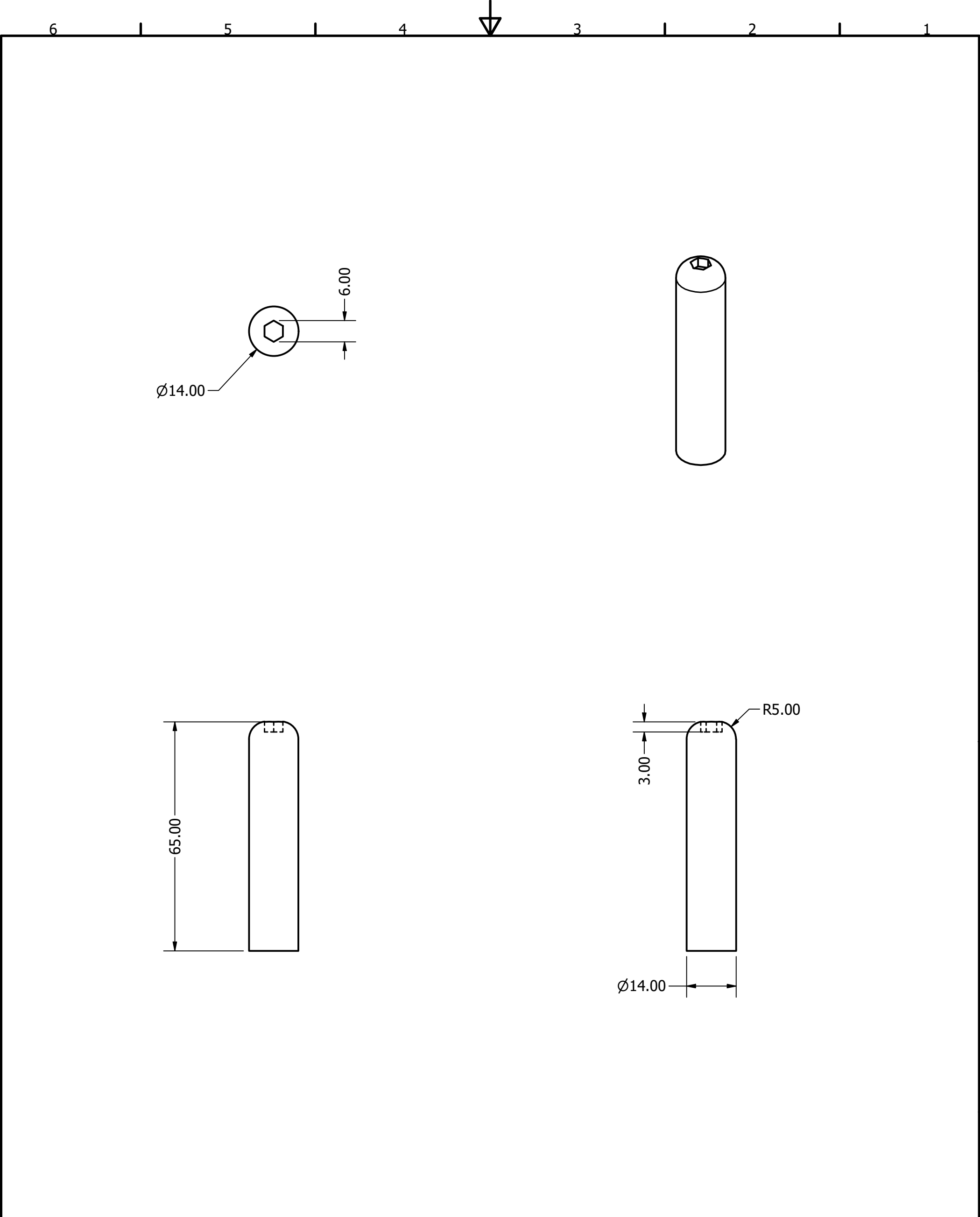


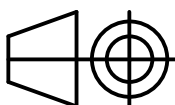
|                                                                                    |                                                                                                                    |           |                                                                                                                                                                    |              |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Fecha: 29/08/25                                                                    | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div><div></div><div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div></div> |              |
| Autores                                                                            | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                                                                                                                    |              |
|                                                                                    | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                                                                                                                    |              |
| Materia                                                                            | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                                                                                                                    |              |
| Escala<br>1:4                                                                      | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion                                                                                                     |              |
|  |                                                                                                                    |           | INGE.2293.101.A3                                                                                                                                                   | Unidad<br>mm |

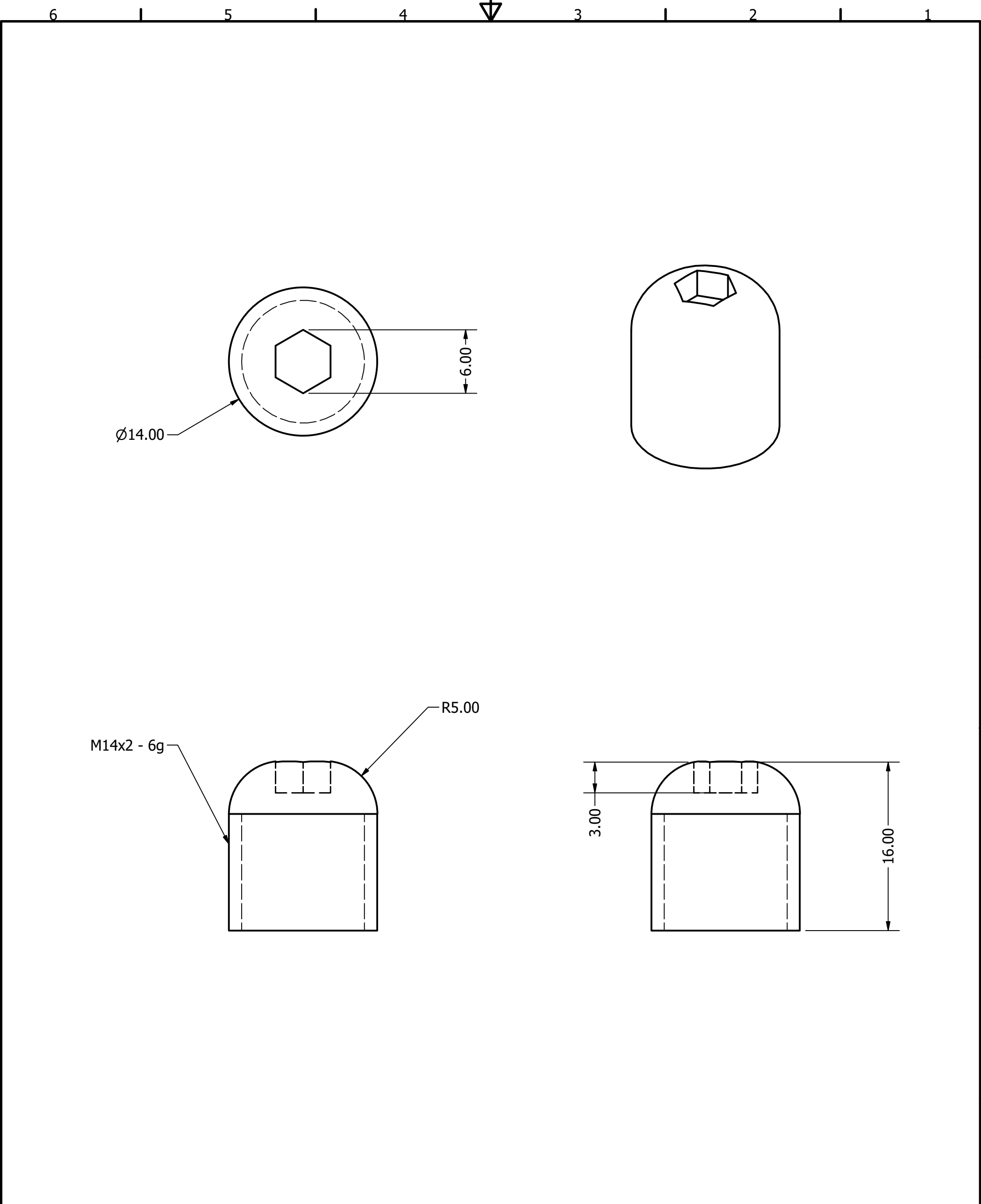


|                 |                                                                                                                    |           |                                                                          |              |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Fecha: 29/08/25 | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div>espol</div> <div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div> |              |
| Autores         | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                          |              |
|                 | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                          |              |
| Materia         | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                          |              |
| Escala<br>1:2   | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion           |              |
|                 |                                                                                                                    |           | INGE.2293.102.A3                                                         | Unidad<br>mm |

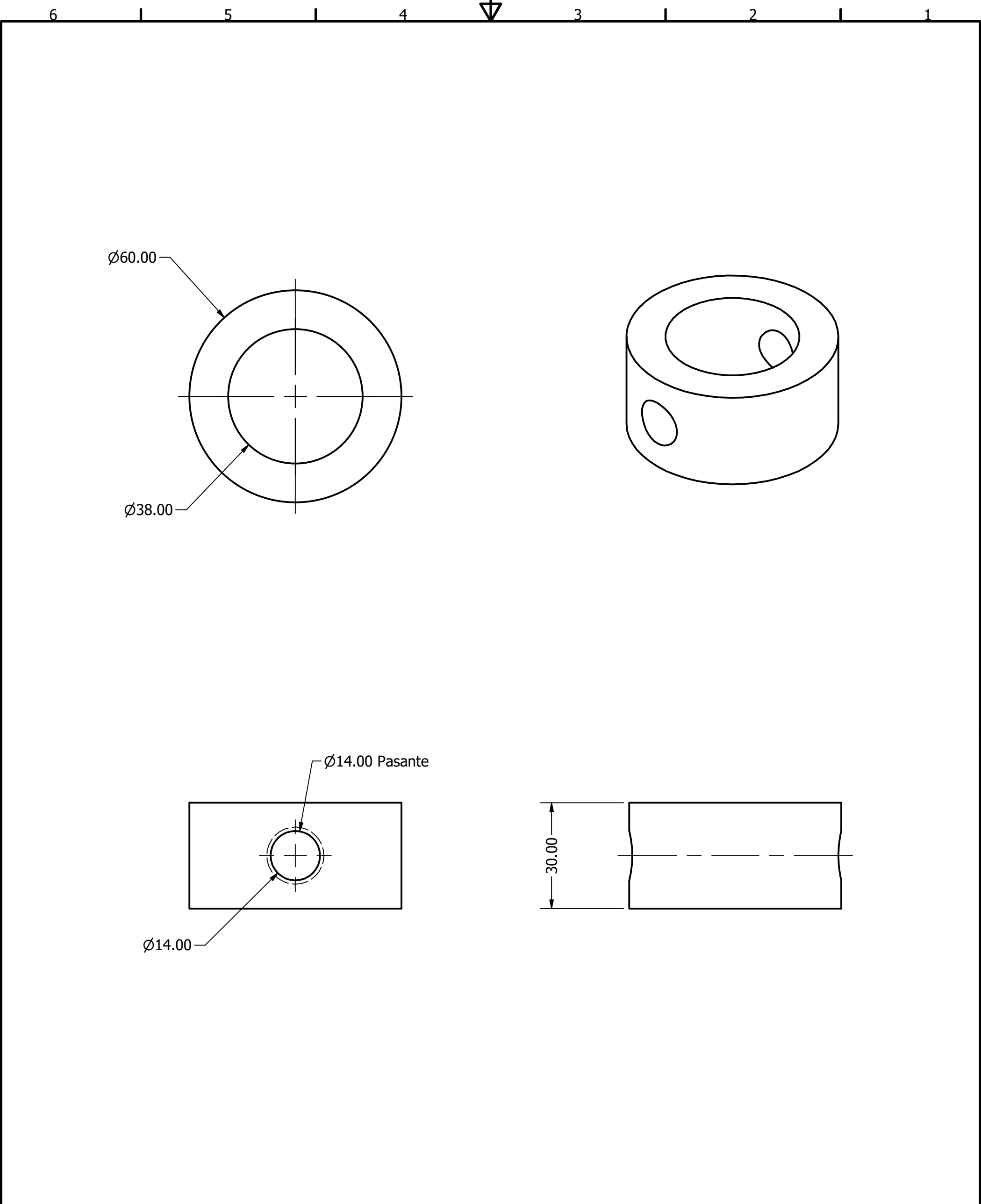




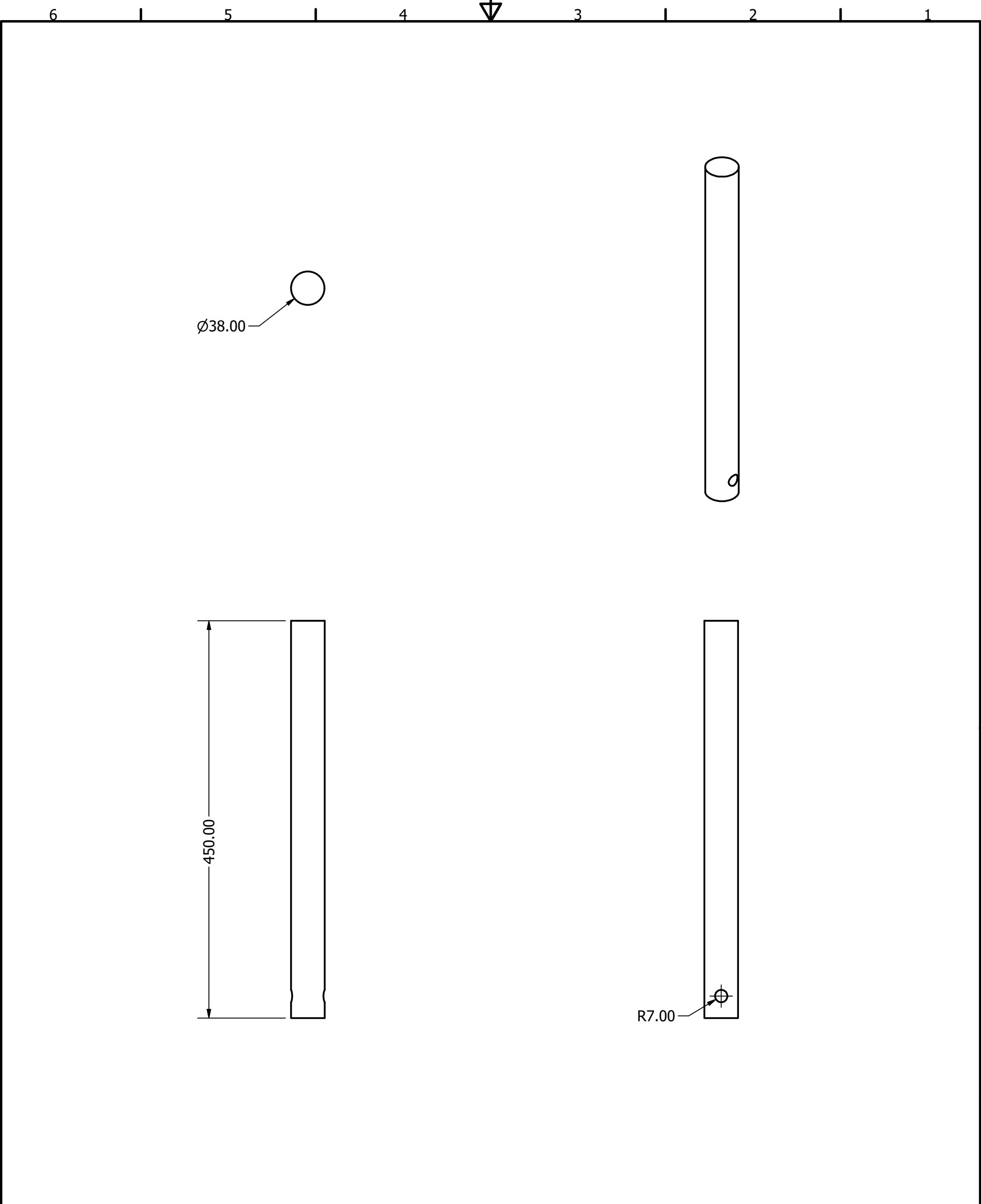
|                                                                                    |                                                                                                                    |                     |           |                                                                                                                                                         |  |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Fecha: 29/08/25                                                                    |                                                                                                                    | NOMBRE              | MATRICULA | <div><div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div></div> |  |
| Autores                                                                            | Kenyi Triviño                                                                                                      |                     | 202000485 |                                                                                                                                                         |  |
|                                                                                    | William Tomala                                                                                                     |                     | 201901568 |                                                                                                                                                         |  |
| Materia                                                                            |                                                                                                                    | Materia Integradora |           |                                                                                                                                                         |  |
| Escala<br>1:1                                                                      | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |                     |           | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion                                                                                          |  |
|  |                                                                                                                    |                     |           | INGE.2293.103.A3                                                                                                                                        |  |

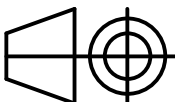


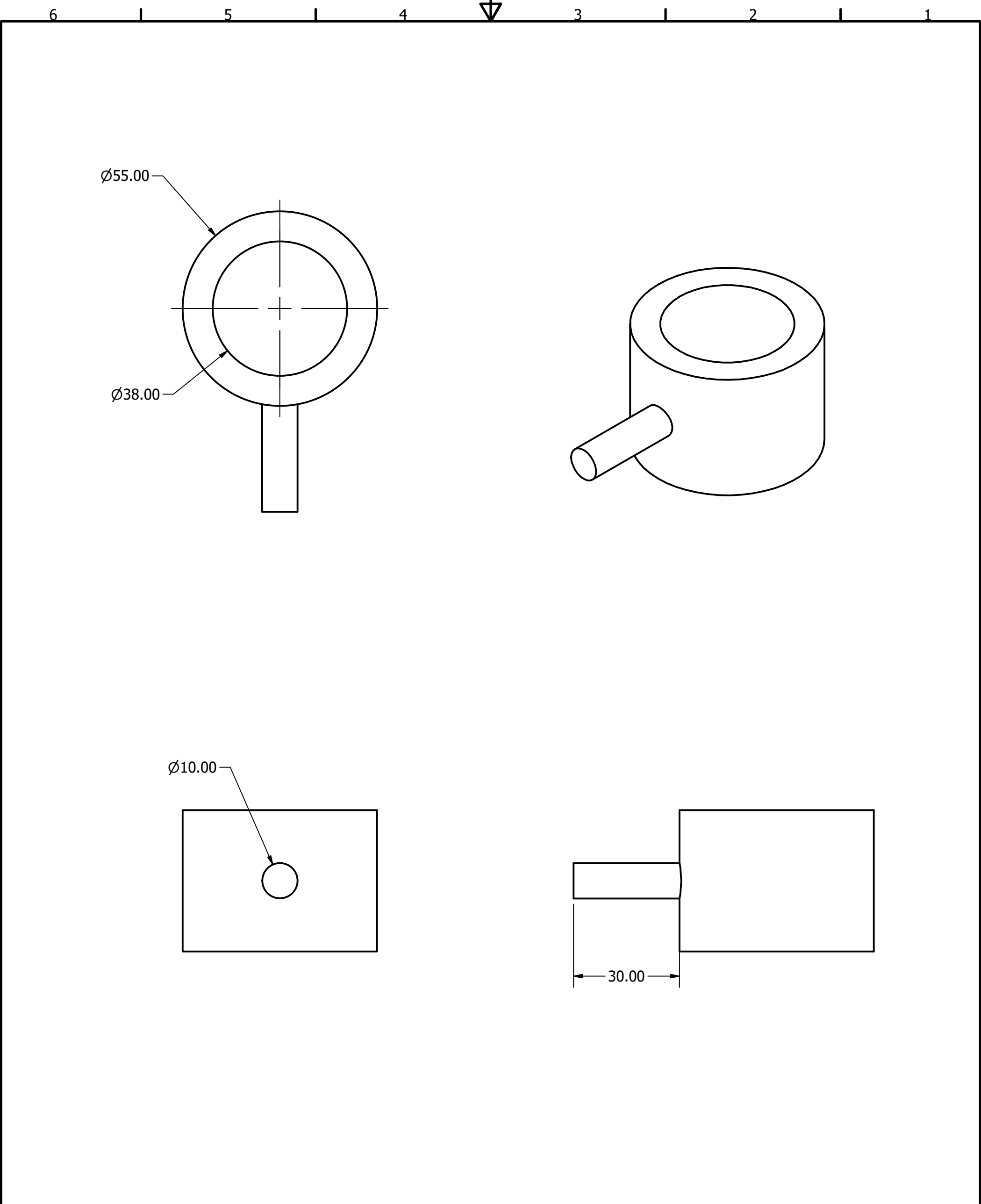
|                 |                                                                                                                    |           |                                                                          |              |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Fecha: 29/08/25 | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div>espol</div> <div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div> |              |
| Autores         | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                          |              |
|                 | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                          |              |
| Materia         | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                          |              |
| Escala<br>3:1   | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion           |              |
|                 |                                                                                                                    |           | INGE.2293.104.A3                                                         | Unidad<br>mm |

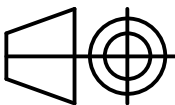


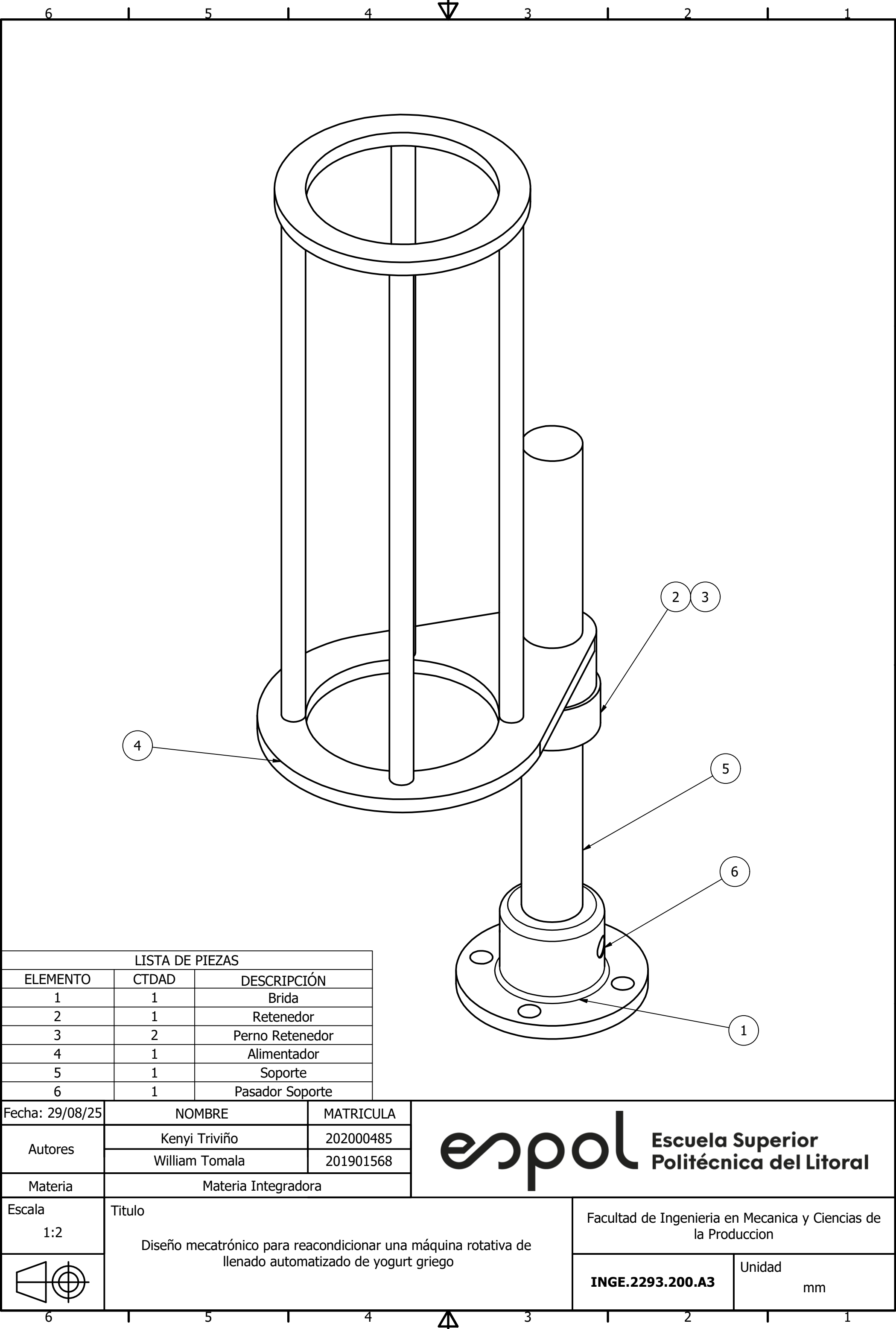
|                 |                                                                                                                    |           |                                                                          |              |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Fecha: 29/08/25 | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div>espol</div> <div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div> |              |
| Autores         | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                          |              |
|                 | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                          |              |
| Materia         | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                          |              |
| Escala<br>1:1   | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion           |              |
|                 |                                                                                                                    |           | INGE.2293.105.A3                                                         | Unidad<br>mm |



|                                                                                     |                                                                                                                    |           |                                                                                                                                                         |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Fecha: 29/08/25                                                                     | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div><div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div></div> |              |
| Autores                                                                             | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                                                                                                         |              |
|                                                                                     | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                                                                                                         |              |
| Materia                                                                             | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                                                                                                         |              |
| Escala<br>1:4                                                                       | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion                                                                                          |              |
|  |                                                                                                                    |           | INGE.2293.106.A3                                                                                                                                        | Unidad<br>mm |



|                                                                                     |                                                                                                                |           |                                                                                                                                                         |                  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--|
| Fecha: 29/08/25                                                                     | NOMBRE                                                                                                         | MATRICULA | <div><div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div></div> |                  |  |
| Autores                                                                             | Kenyi Triviño                                                                                                  | 202000485 |                                                                                                                                                         |                  |  |
|                                                                                     | William Tomala                                                                                                 | 201901568 |                                                                                                                                                         |                  |  |
| Materia                                                                             | Materia Integradora                                                                                            |           | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion                                                                                          |                  |  |
| Escala<br>1:1                                                                       | Titulo<br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           |                                                                                                                                                         | Unidad<br>mm     |  |
|  |                                                                                                                |           |                                                                                                                                                         | INGE.2293.107.A3 |  |

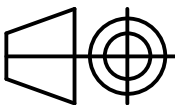


| LISTA DE PIEZAS |       |                 |
|-----------------|-------|-----------------|
| ELEMENTO        | CTDAD | DESCRIPCIÓN     |
| 1               | 1     | Brida           |
| 2               | 1     | Retenedor       |
| 3               | 2     | Perno Retenedor |
| 4               | 1     | Alimentador     |
| 5               | 1     | Soporte         |
| 6               | 1     | Pasador Soporte |

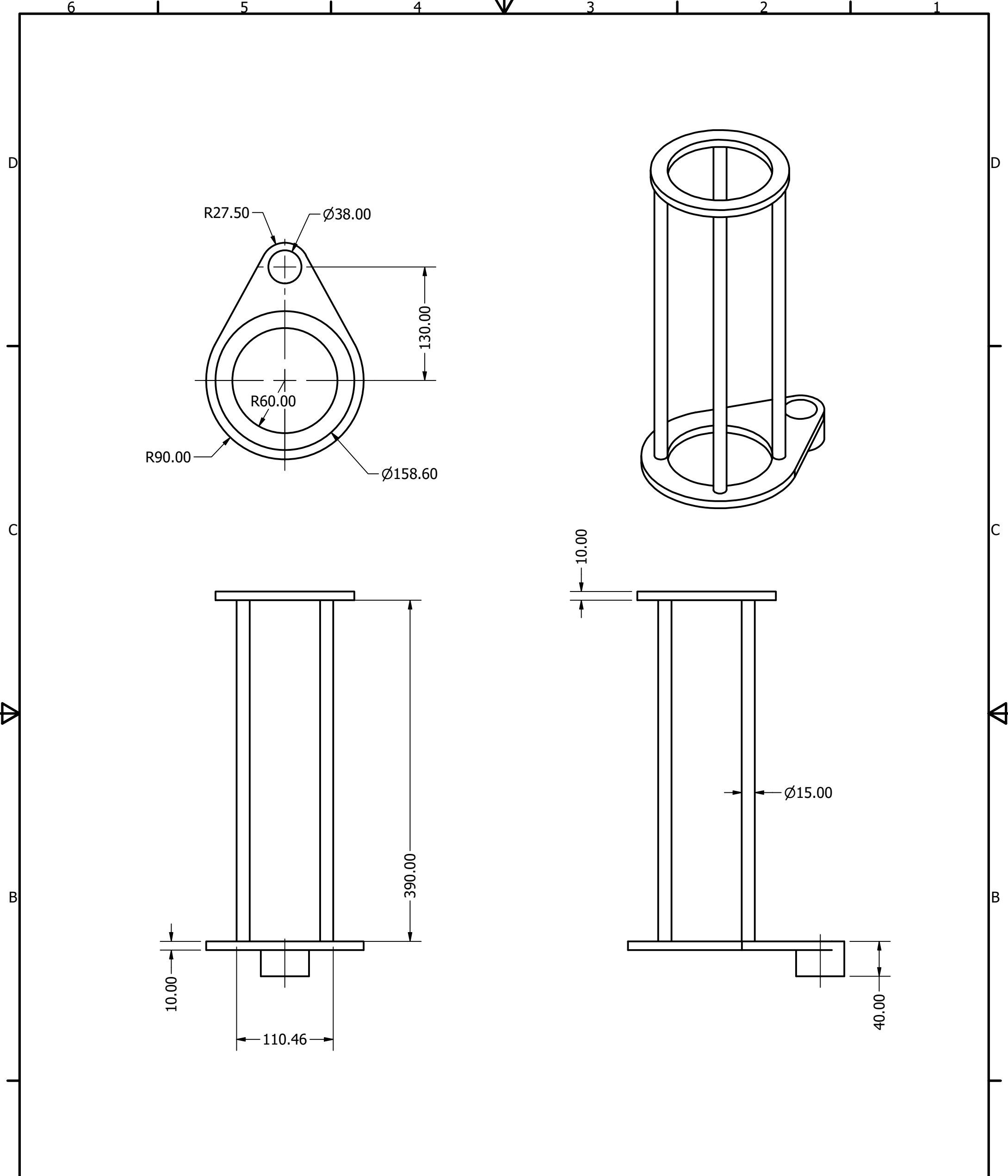
|                 |                     |           |
|-----------------|---------------------|-----------|
| Fecha: 29/08/25 | NOMBRE              | MATRICULA |
| Autores         | Kenyi Triviño       | 202000485 |
|                 | William Tomala      | 201901568 |
| Materia         | Materia Integradora |           |



Escuela Superior  
Politécnica del Litoral

|                                                                                     |                                                                                                                    |                                                                |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------|
| Escala<br>1:2                                                                       | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion |              |
|  |                                                                                                                    | INGE.2293.200.A3                                               | Unidad<br>mm |





Fecha: 29/08/25

NOMBRE

MATRICULA

Autores

Kenyi Triviño

202000485

William Tomala

201901568

Materia

Materia Integradora



Escuela Superior  
Politécnica del Litoral

Escala

1:4

Título

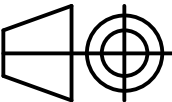
Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de  
llenado automatizado de yogurt griego

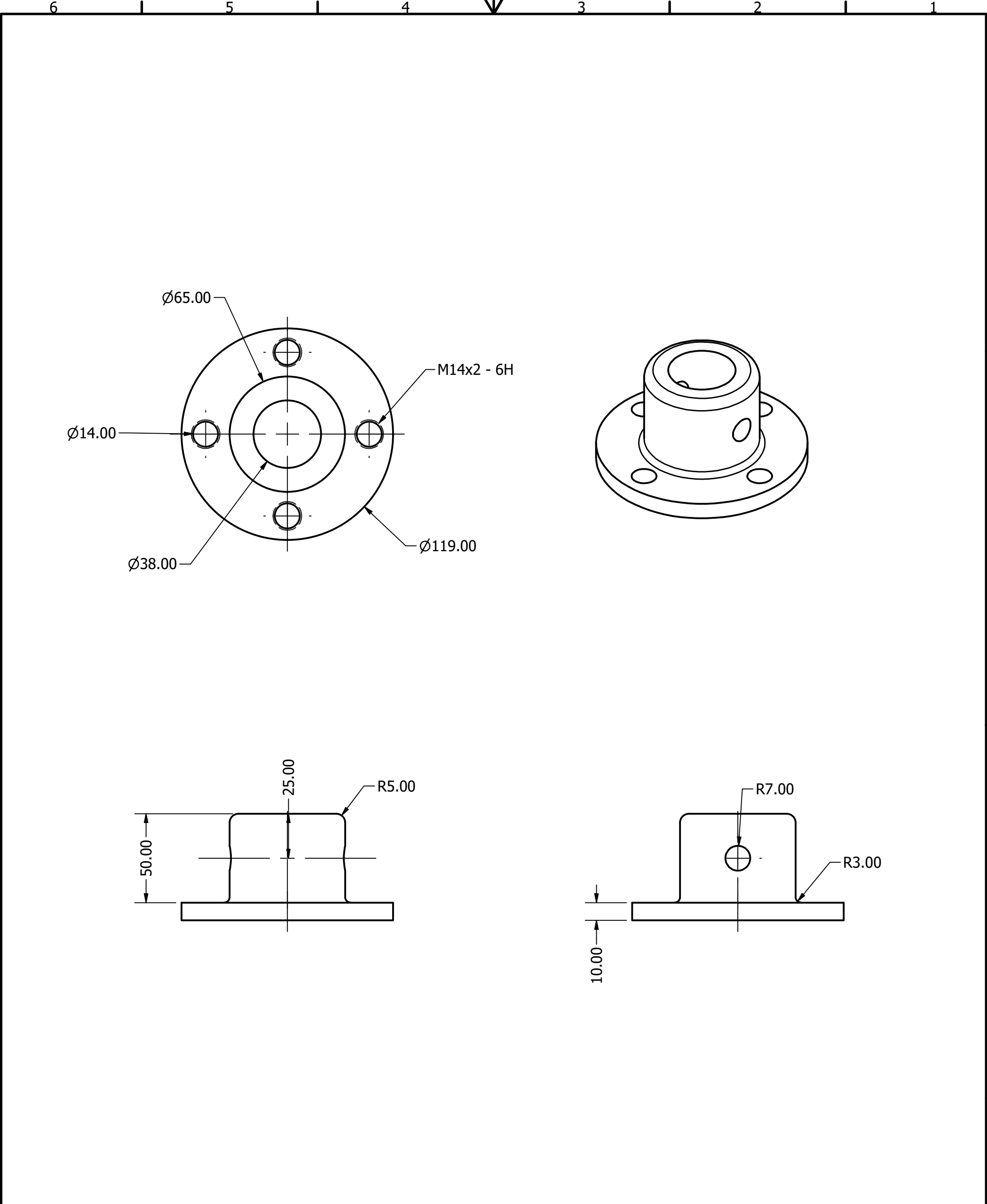
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de  
la Producción

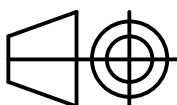
INGE.2293.201.A3

Unidad

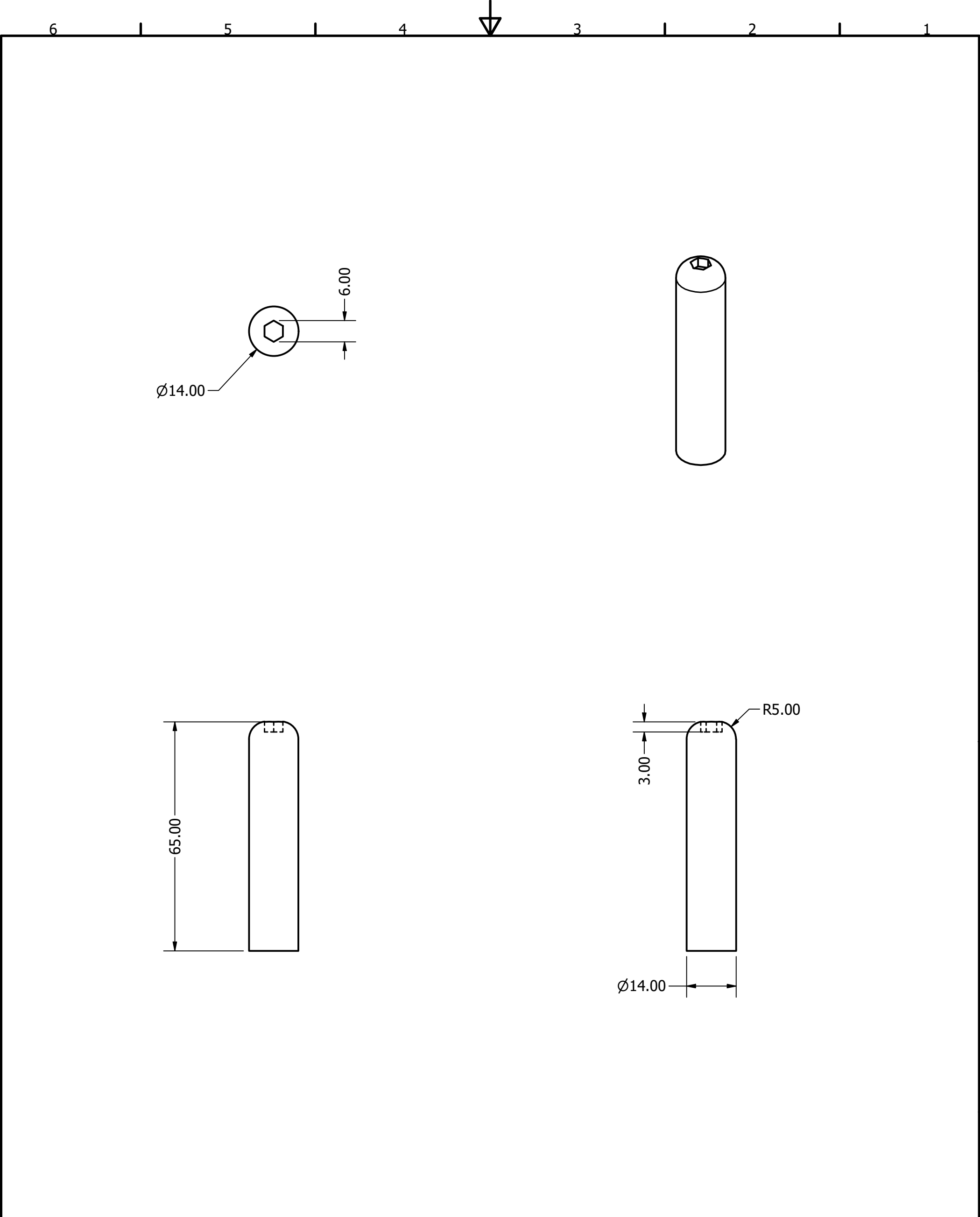
mm

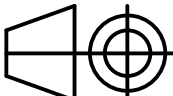


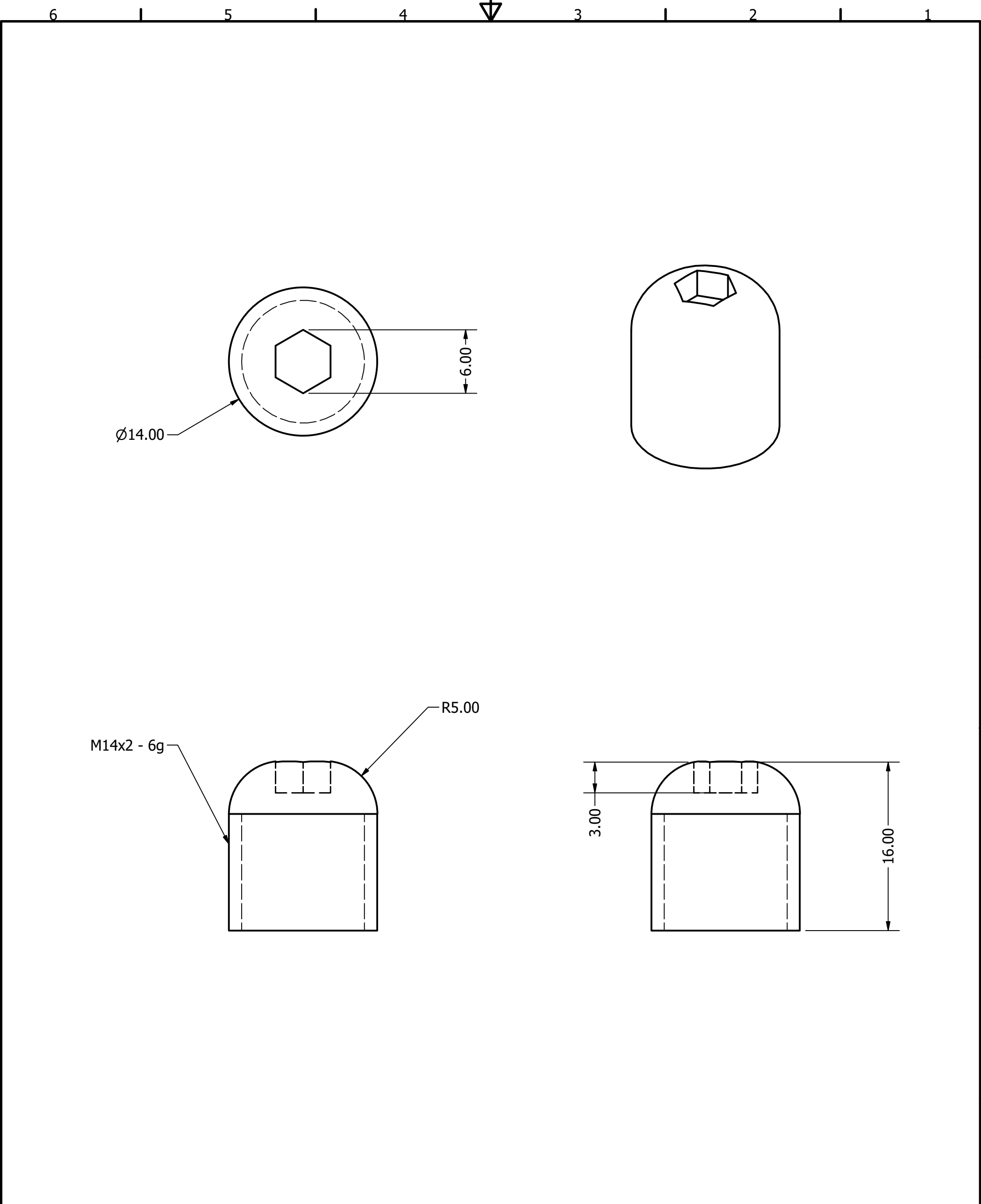


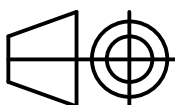
|                                                                                    |                                                                                                                    |           |                                                                                                                                                                    |              |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Fecha: 29/08/25                                                                    | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div><div></div><div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div></div> |              |
| Autores                                                                            | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                                                                                                                    |              |
|                                                                                    | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                                                                                                                    |              |
| Materia                                                                            | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                                                                                                                    |              |
| Escala<br>1:2                                                                      | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion                                                                                                     |              |
|  |                                                                                                                    |           | INGE.2293.202.A3                                                                                                                                                   | Unidad<br>mm |

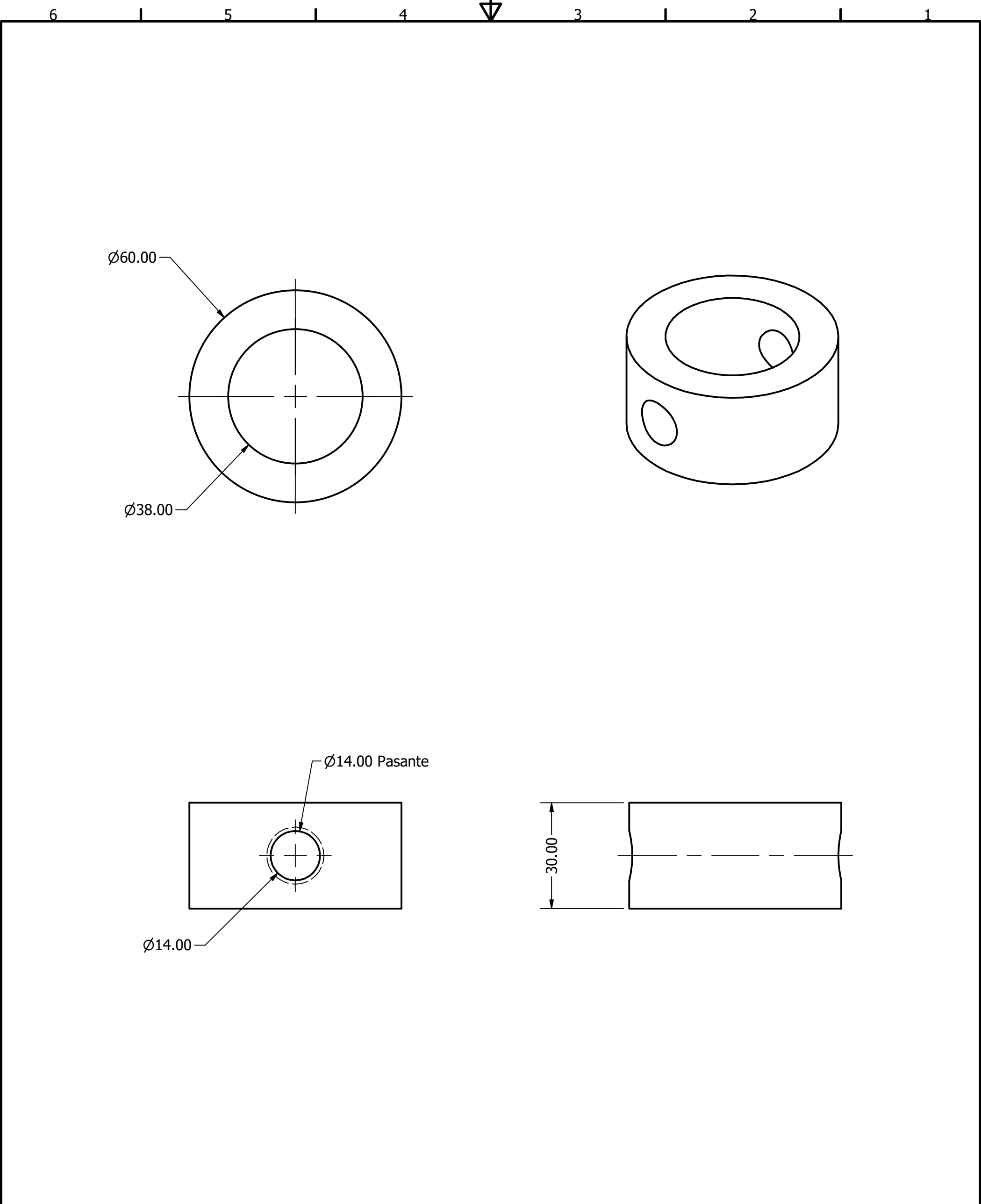


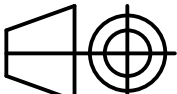


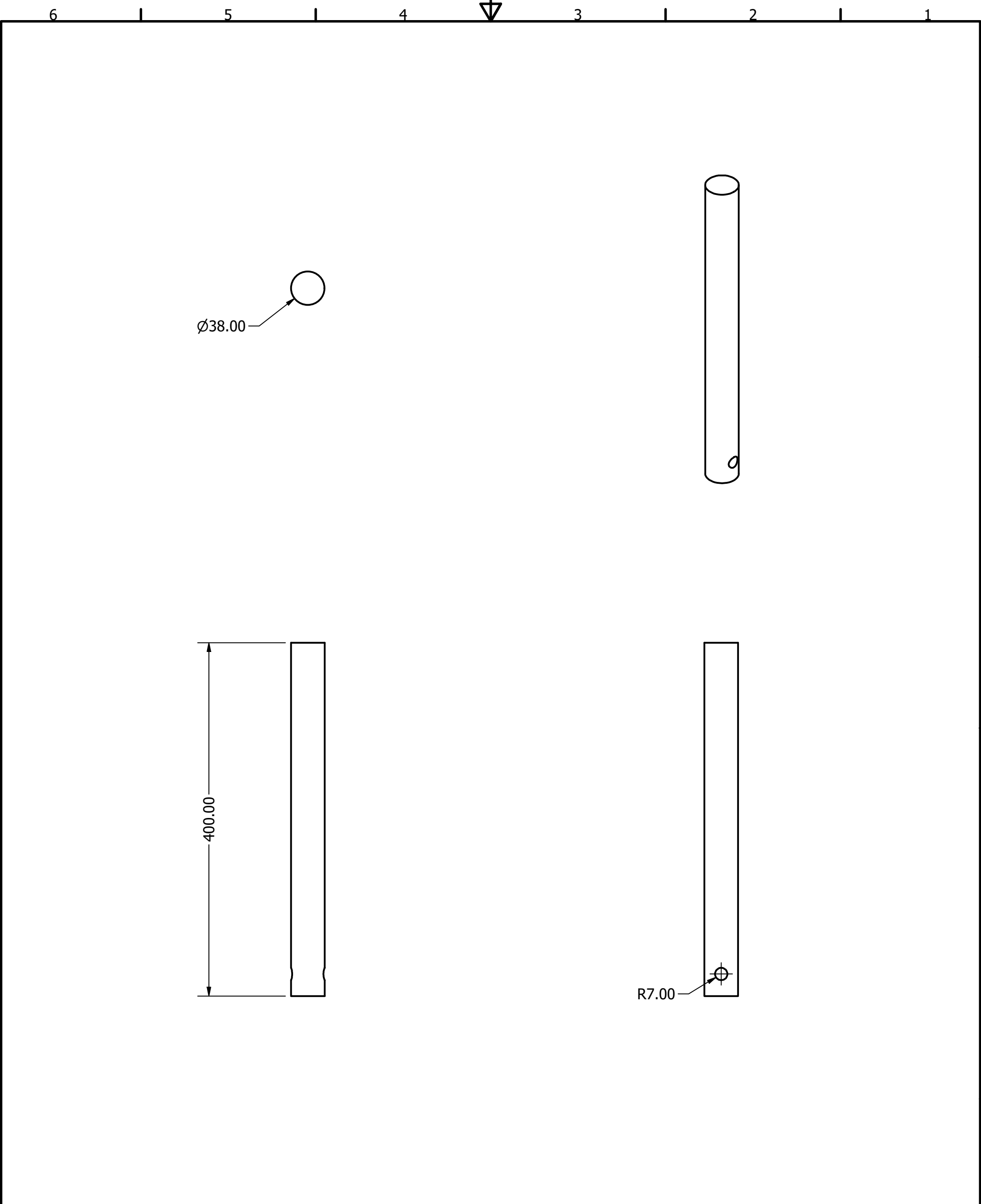
|                                                                                     |                                                                                                                    |           |                                                                                                                                                      |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Fecha: 29/08/25                                                                     | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div> <b>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</b></div> |              |
| Autores                                                                             | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                                                                                                      |              |
|                                                                                     | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                                                                                                      |              |
| Materia                                                                             | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                                                                                                      |              |
| Escala<br>1:1                                                                       | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion                                                                                       |              |
|  |                                                                                                                    |           | INGE.2293.203.A3                                                                                                                                     | Unidad<br>mm |



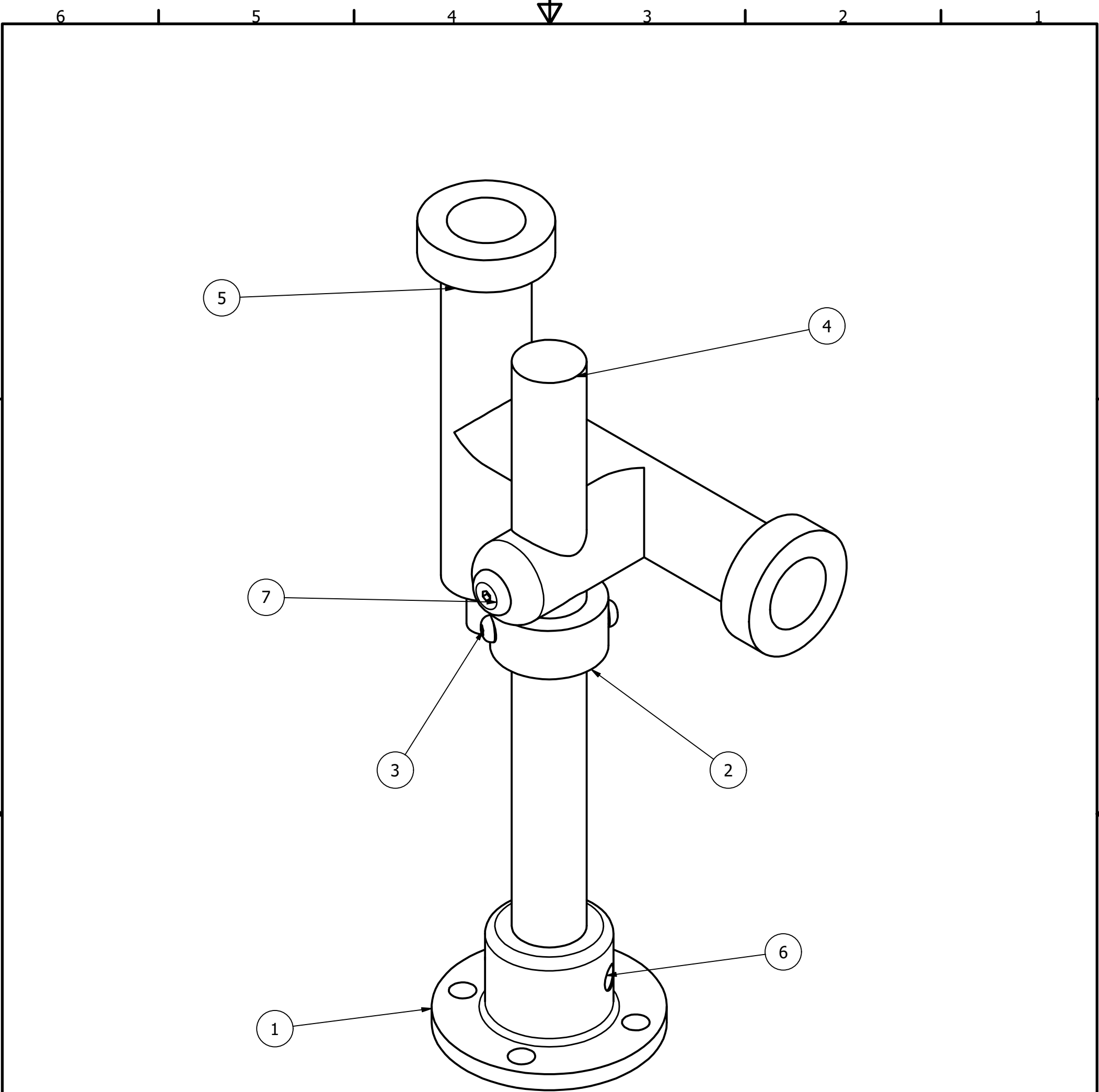
|                                                                                    |                                                                                                                    |                     |              |                                                                                                                                                      |  |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Fecha: 29/08/25                                                                    |                                                                                                                    | NOMBRE              | MATRICULA    | <div> <b>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</b></div> |  |
| Autores                                                                            | Kenyi Triviño                                                                                                      |                     | 202000485    |                                                                                                                                                      |  |
|                                                                                    | William Tomala                                                                                                     |                     | 201901568    |                                                                                                                                                      |  |
| Materia                                                                            |                                                                                                                    | Materia Integradora |              |                                                                                                                                                      |  |
| Escala<br>3:1                                                                      | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |                     |              | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion                                                                                       |  |
|  |                                                                                                                    |                     |              | INGE.2293.204.A3                                                                                                                                     |  |
|                                                                                    |                                                                                                                    |                     | Unidad<br>mm |                                                                                                                                                      |  |



|                                                                                     |                                                                                                                    |           |                                                                                                                                              |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Fecha: 29/08/25                                                                     | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div> |              |
| Autores                                                                             | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                                                                                              |              |
|                                                                                     | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                                                                                              |              |
| Materia                                                                             | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                                                                                              |              |
| Escala<br>1:1                                                                       | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion                                                                               |              |
|  |                                                                                                                    |           | INGE.2293.205.A3                                                                                                                             | Unidad<br>mm |

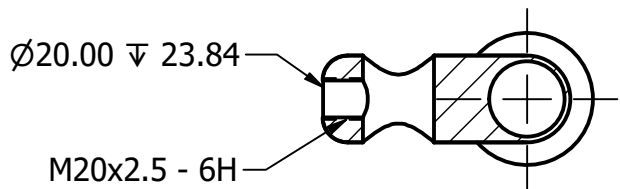


|                 |                                                                                                                    |           |                                                                          |                                                                |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Fecha: 29/08/25 | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div>espol</div> <div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div> |                                                                |
| Autores         | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                          |                                                                |
|                 | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                          |                                                                |
| Materia         | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                          |                                                                |
| Escala<br>1:4   | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           |                                                                          | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion |
|                 |                                                                                                                    |           |                                                                          | <div>INGE.2293.206.A3</div> <div>Unidad<br/>mm</div>           |

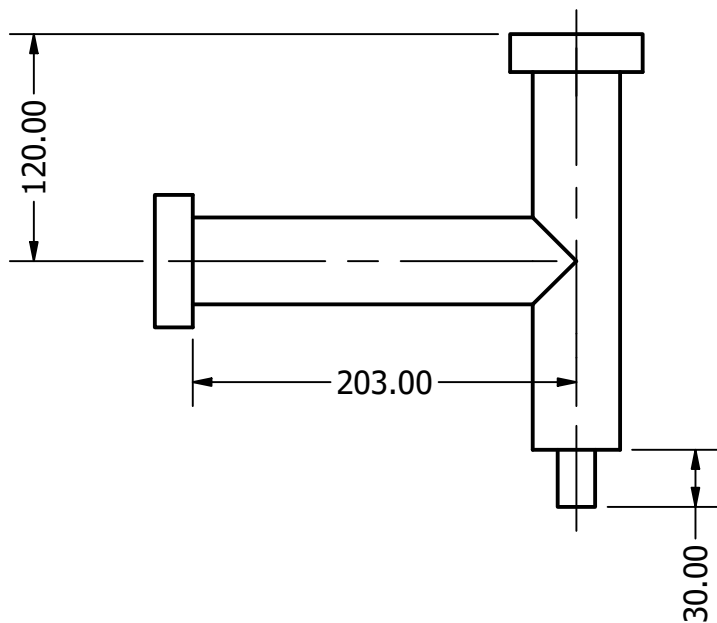
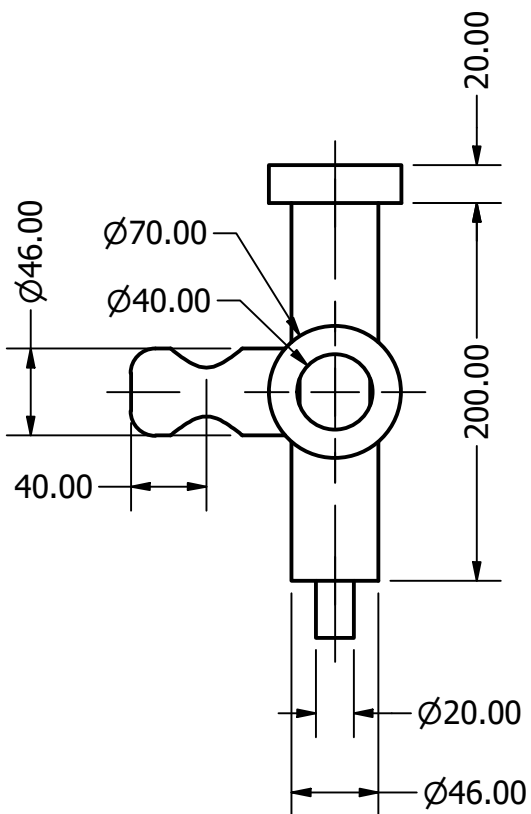
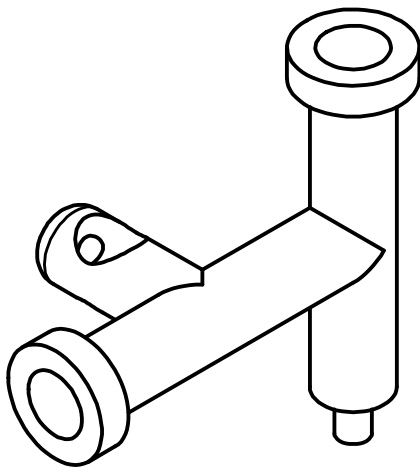
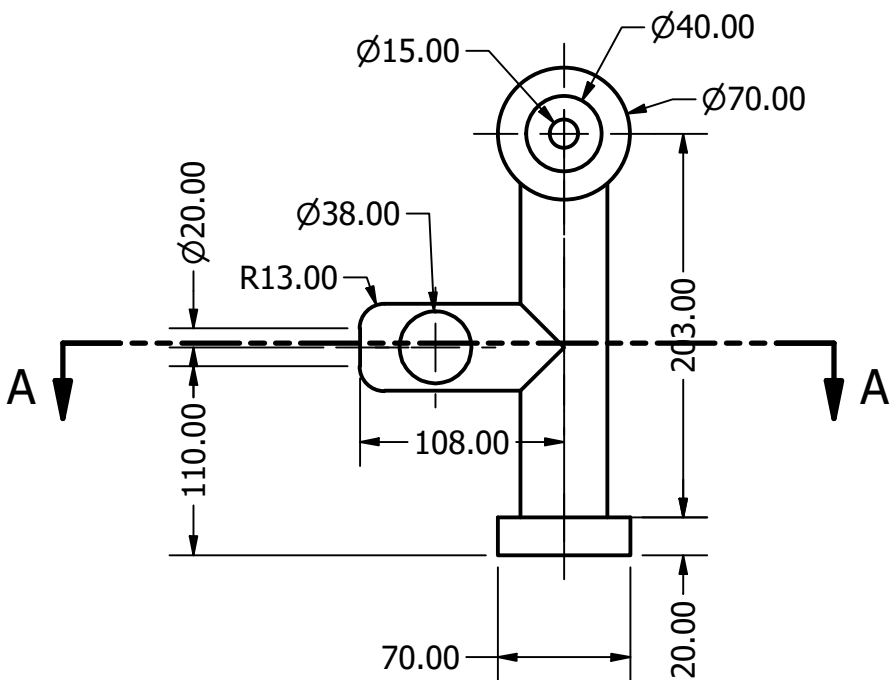


| LISTA DE PIEZAS |       |                   |
|-----------------|-------|-------------------|
| ELEMENTO        | CTDAD | DESCRIPCIÓN       |
| 1               | 1     | Brida             |
| 2               | 1     | Retenedor         |
| 3               | 2     | Perno Retenedor   |
| 4               | 1     | Soporte           |
| 5               | 1     | Alimentador       |
| 6               | 1     | Pasador Soporte   |
| 7               | 1     | Perno Alimentador |

|                 |                                                                                                                    |           |                                                                     |              |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------|--------------|
| Fecha: 29/08/25 | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div></div> <div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div> |              |
| Autores         | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                     |              |
|                 | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                     |              |
| Materia         | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                     |              |
| Escala<br>1:2   | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion      |              |
|                 |                                                                                                                    |           | INGE.2293.300.A3                                                    | Unidad<br>mm |



SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 / 4



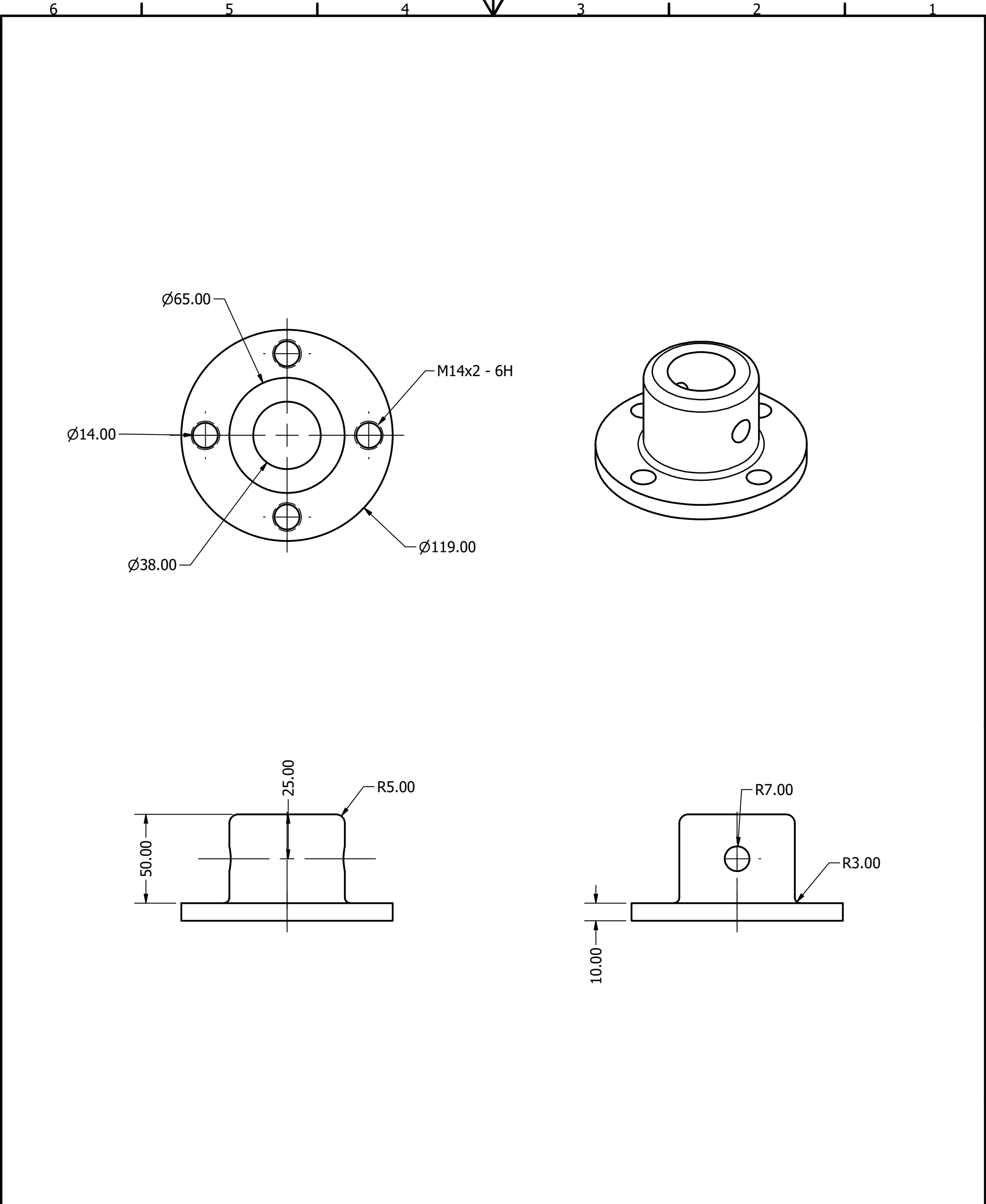
|                 |                     |           |
|-----------------|---------------------|-----------|
| Fecha: 29/08/25 | NOMBRE              | MATRICULA |
| Autores         | Kenyi Triviño       | 202000485 |
|                 | William Tomala      | 201901568 |
| Materia         | Materia Integradora |           |

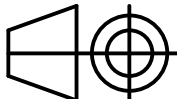
Escuela Superior  
Politécnica del Litoral

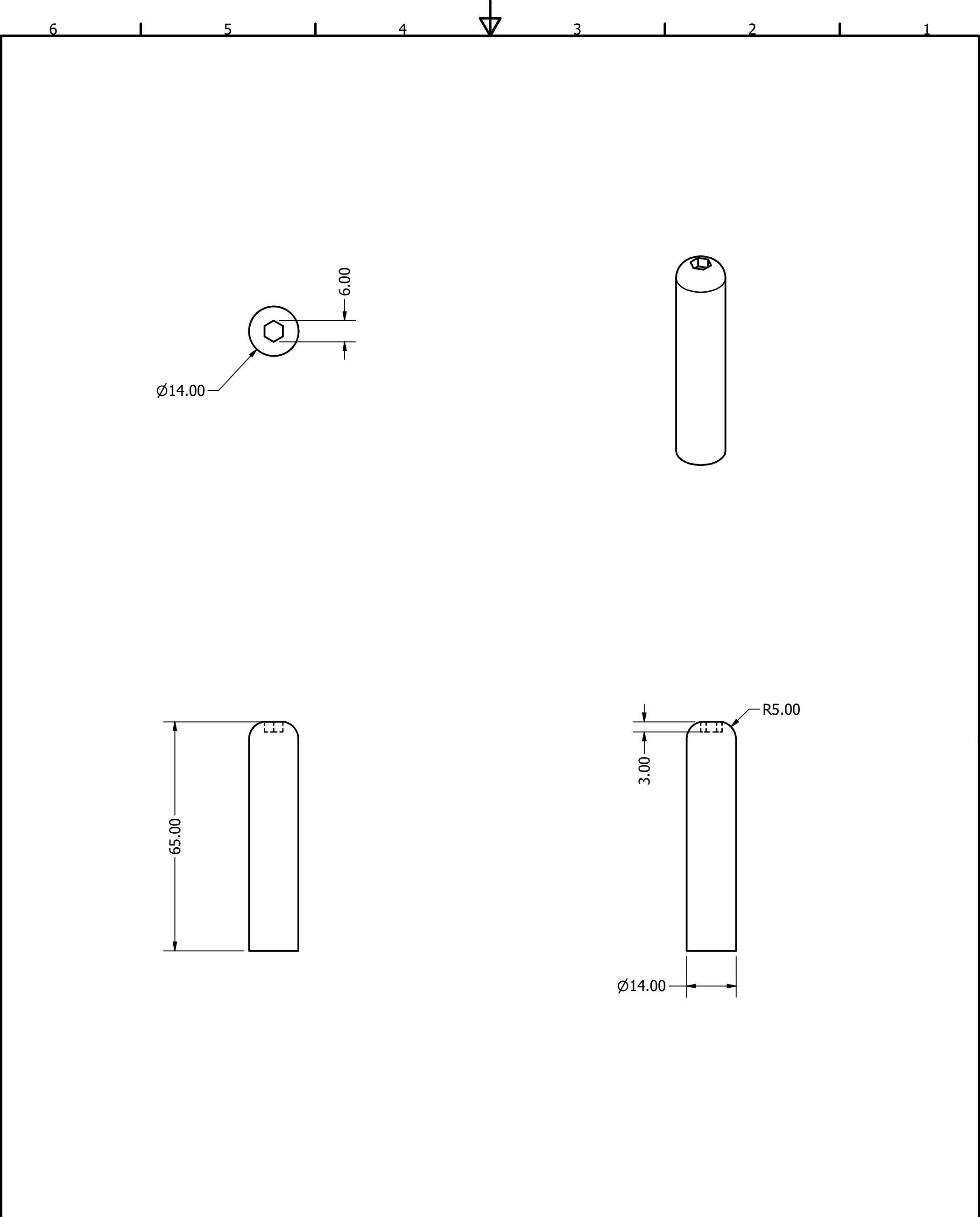
|               |                                                                                                                    |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Escala<br>1:4 | Título<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |
|               |                                                                                                                    |

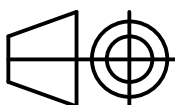
|                                                                |              |
|----------------------------------------------------------------|--------------|
| Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion |              |
| INGE.2293.301.A3                                               | Unidad<br>mm |



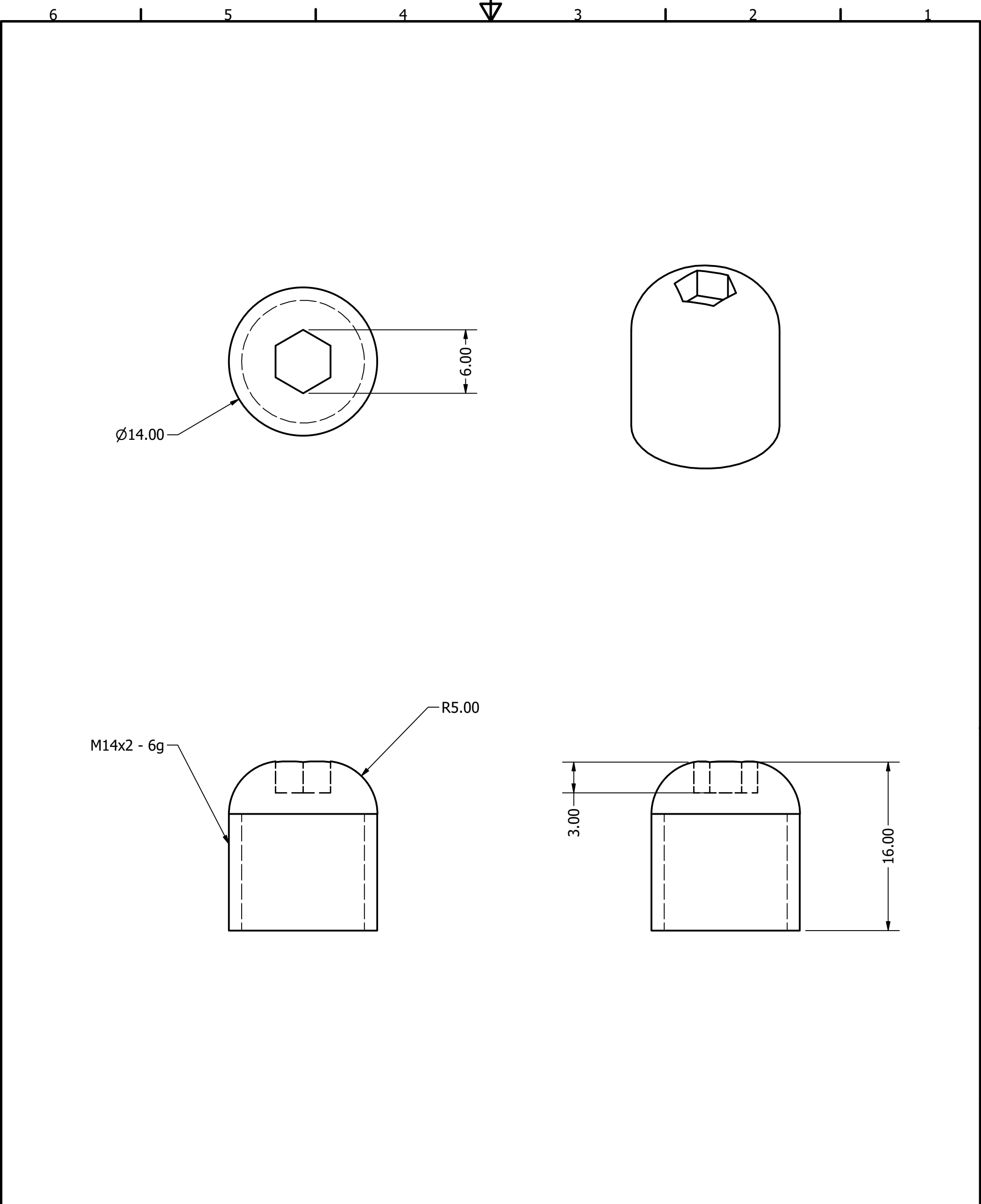


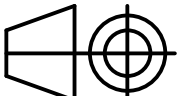
|                                                                                    |                                                                                                                    |           |                                                                                                                                                                    |              |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Fecha: 29/08/25                                                                    | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div><div></div><div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div></div> |              |
| Autores                                                                            | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                                                                                                                    |              |
|                                                                                    | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                                                                                                                    |              |
| Materia                                                                            | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                                                                                                                    |              |
| Escala<br>1:2                                                                      | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion                                                                                                     |              |
|  |                                                                                                                    |           | INGE.2293.302.A3                                                                                                                                                   | Unidad<br>mm |

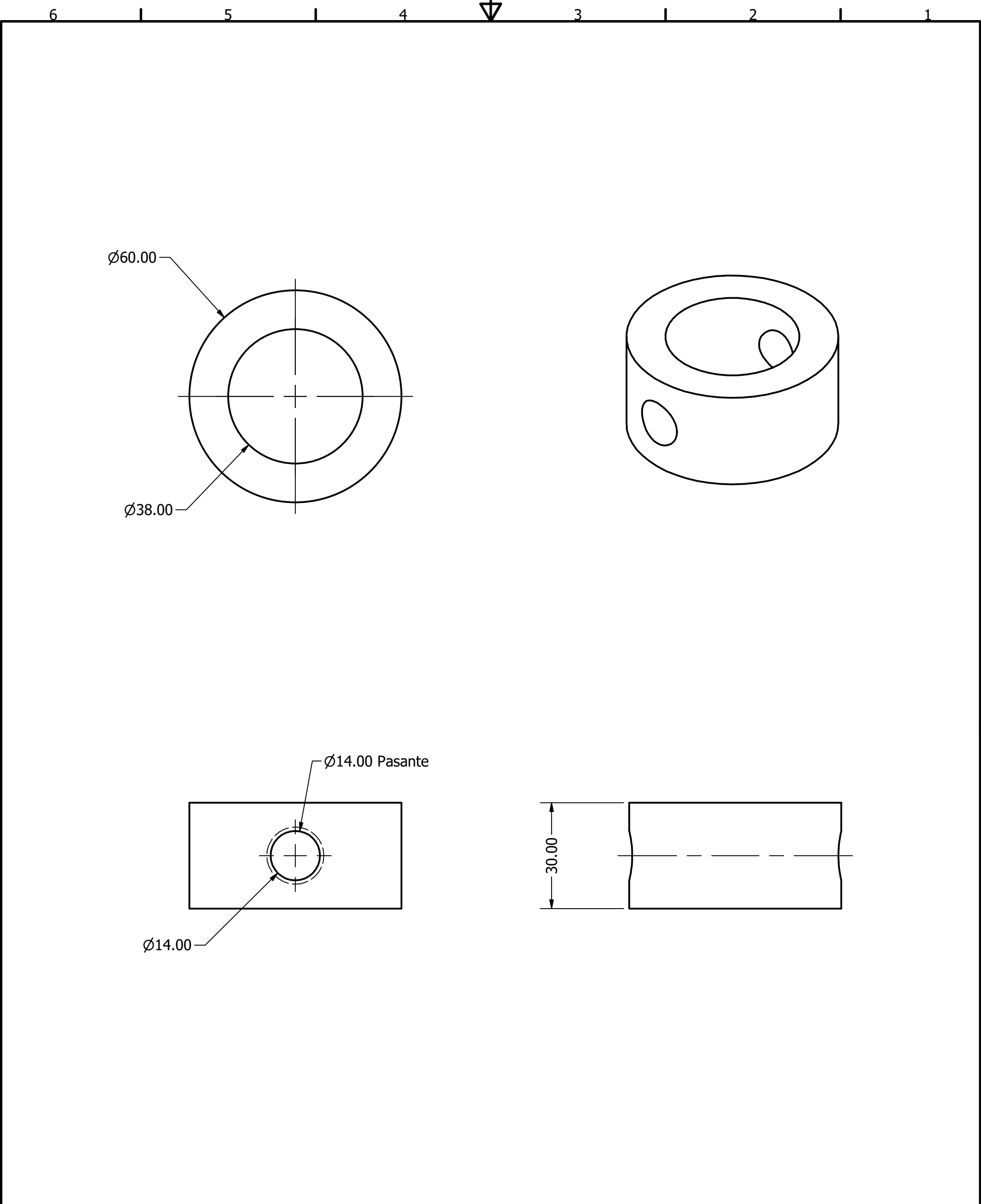


|                                                                                    |                |                                                                                                                    |           |                                                                                                                                                         |                                                                |  |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--|
| Fecha: 29/08/25                                                                    |                | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div><div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div></div> |                                                                |  |
| Autores                                                                            | Kenyi Triviño  |                                                                                                                    | 202000485 |                                                                                                                                                         |                                                                |  |
|                                                                                    | William Tomala |                                                                                                                    | 201901568 |                                                                                                                                                         |                                                                |  |
| Materia                                                                            |                | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                                                                                                         |                                                                |  |
| Escala<br>1:1                                                                      |                | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           |                                                                                                                                                         | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion |  |
|  |                |                                                                                                                    |           |                                                                                                                                                         | INGE.2293.303.A3                                               |  |

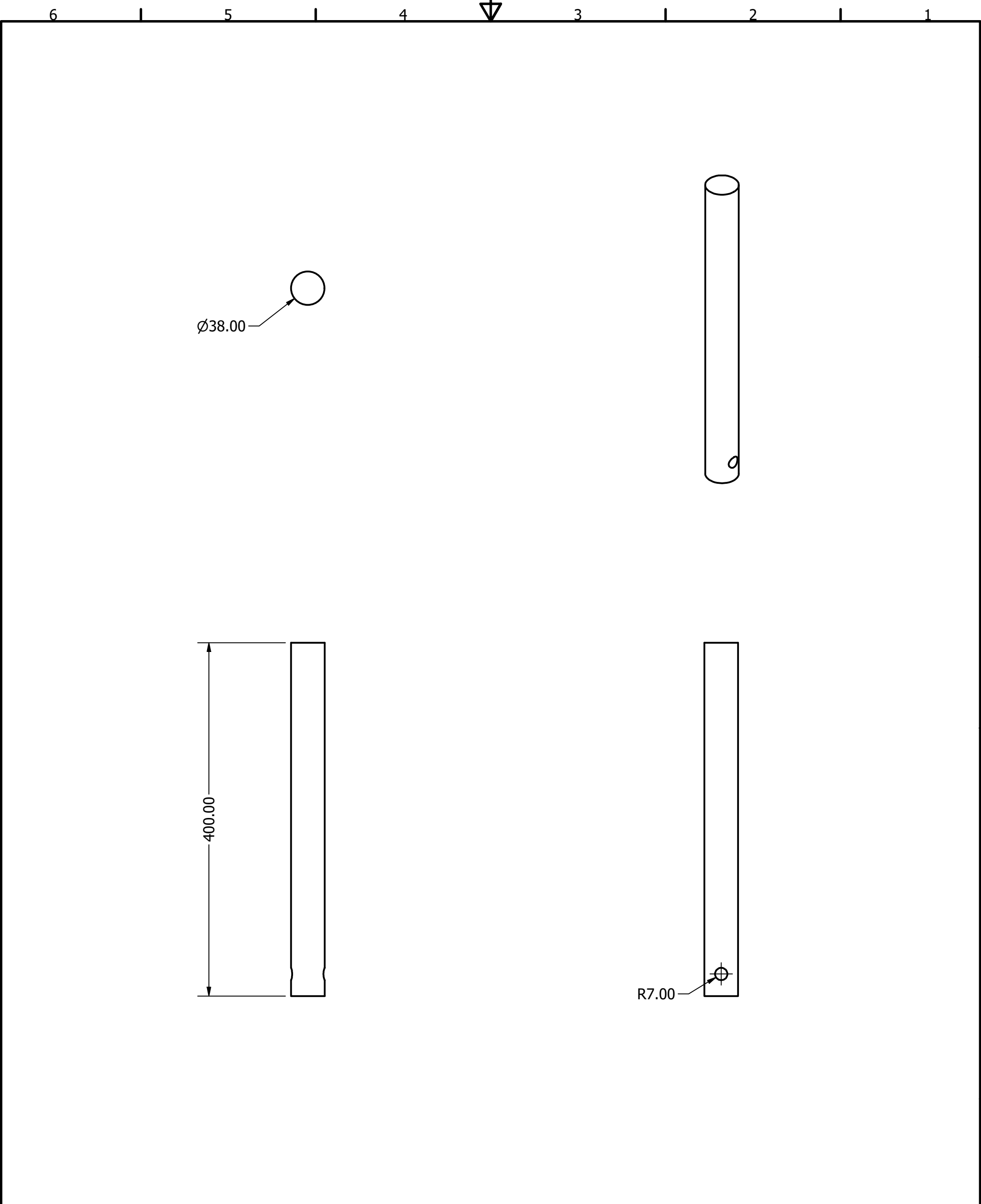


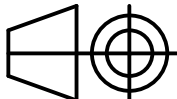


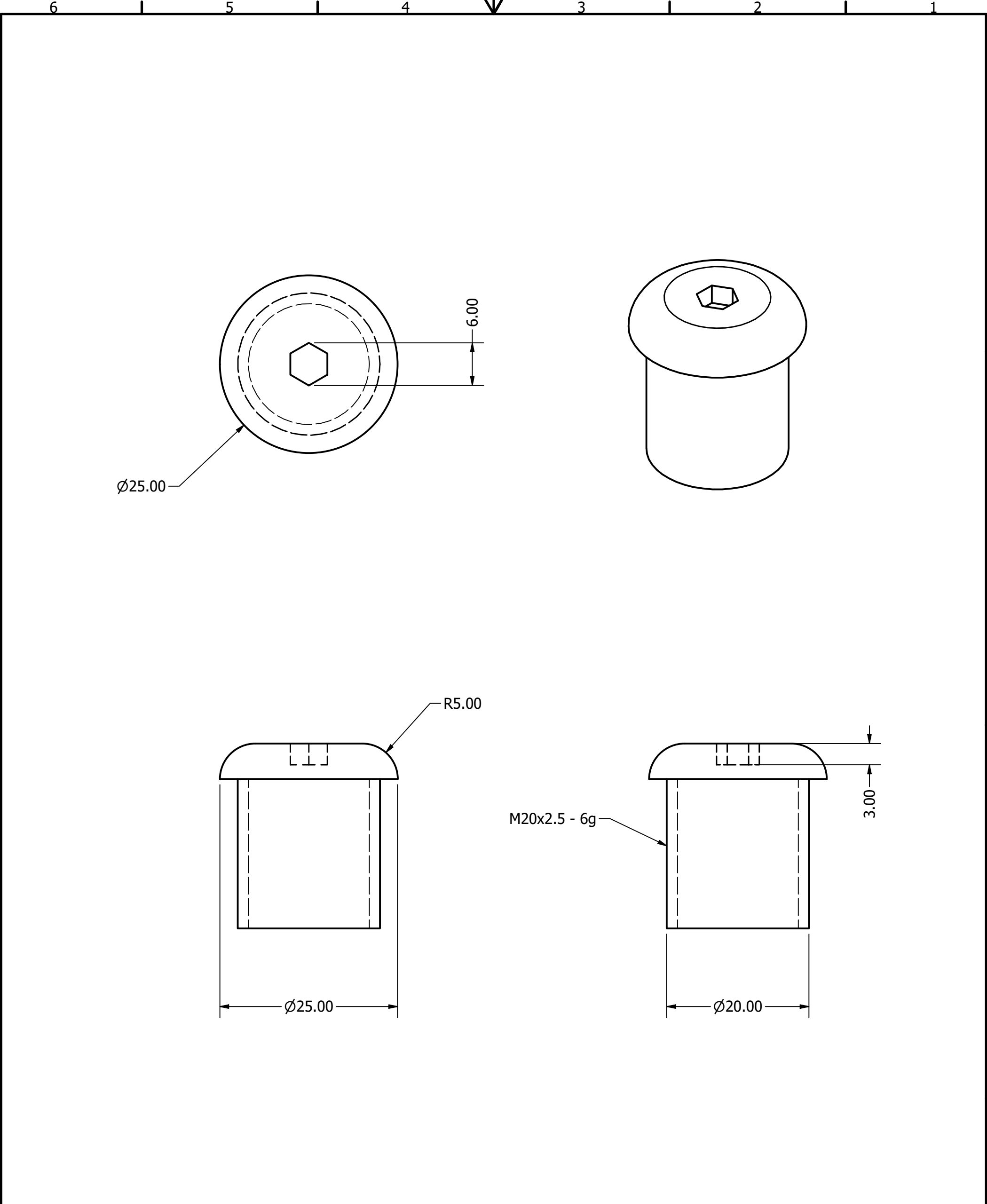
|                                                                                     |                                                                                                                    |        |           |                                                                                                                                              |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Fecha: 29/08/25                                                                     |                                                                                                                    | NOMBRE | MATRICULA | <div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div> |              |
| Autores                                                                             | Kenyi Triviño                                                                                                      |        | 202000485 |                                                                                                                                              |              |
|                                                                                     | William Tomala                                                                                                     |        | 201901568 |                                                                                                                                              |              |
| Materia                                                                             | Materia Integradora                                                                                                |        |           |                                                                                                                                              |              |
| Escala<br>3:1                                                                       | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |        |           | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion                                                                               |              |
|  |                                                                                                                    |        |           | INGE.2293.304.A3                                                                                                                             | Unidad<br>mm |

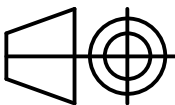


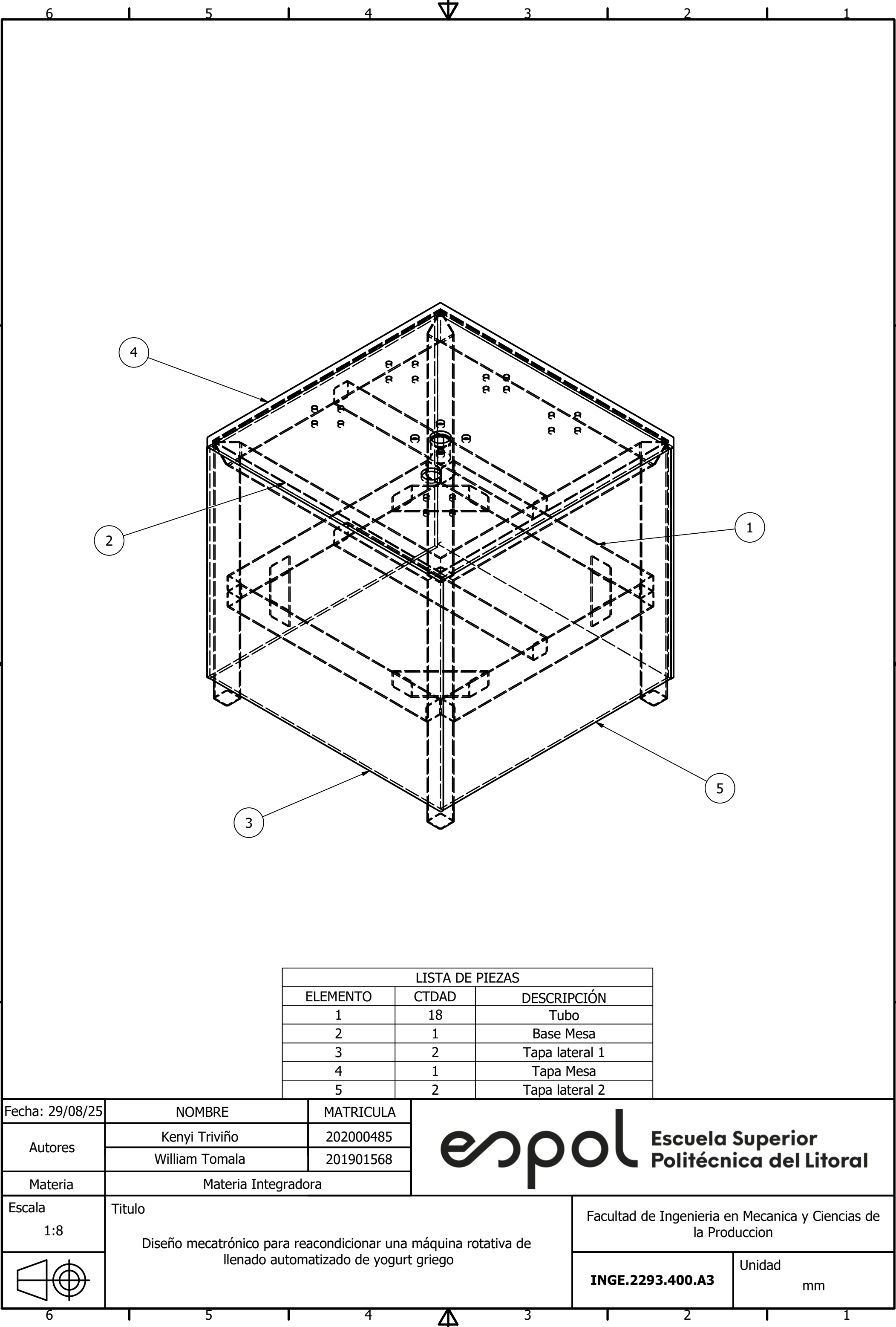
|                 |                                                                                                                    |           |                                                                          |                                                                |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Fecha: 29/08/25 | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div>espol</div> <div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div> |                                                                |
| Autores         | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                          |                                                                |
|                 | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                          |                                                                |
| Materia         | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                          |                                                                |
| Escala<br>1:1   | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           |                                                                          | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion |
|                 |                                                                                                                    |           |                                                                          | Unidad<br>mm                                                   |
|                 |                                                                                                                    |           | INGE.2293.305.A3                                                         |                                                                |

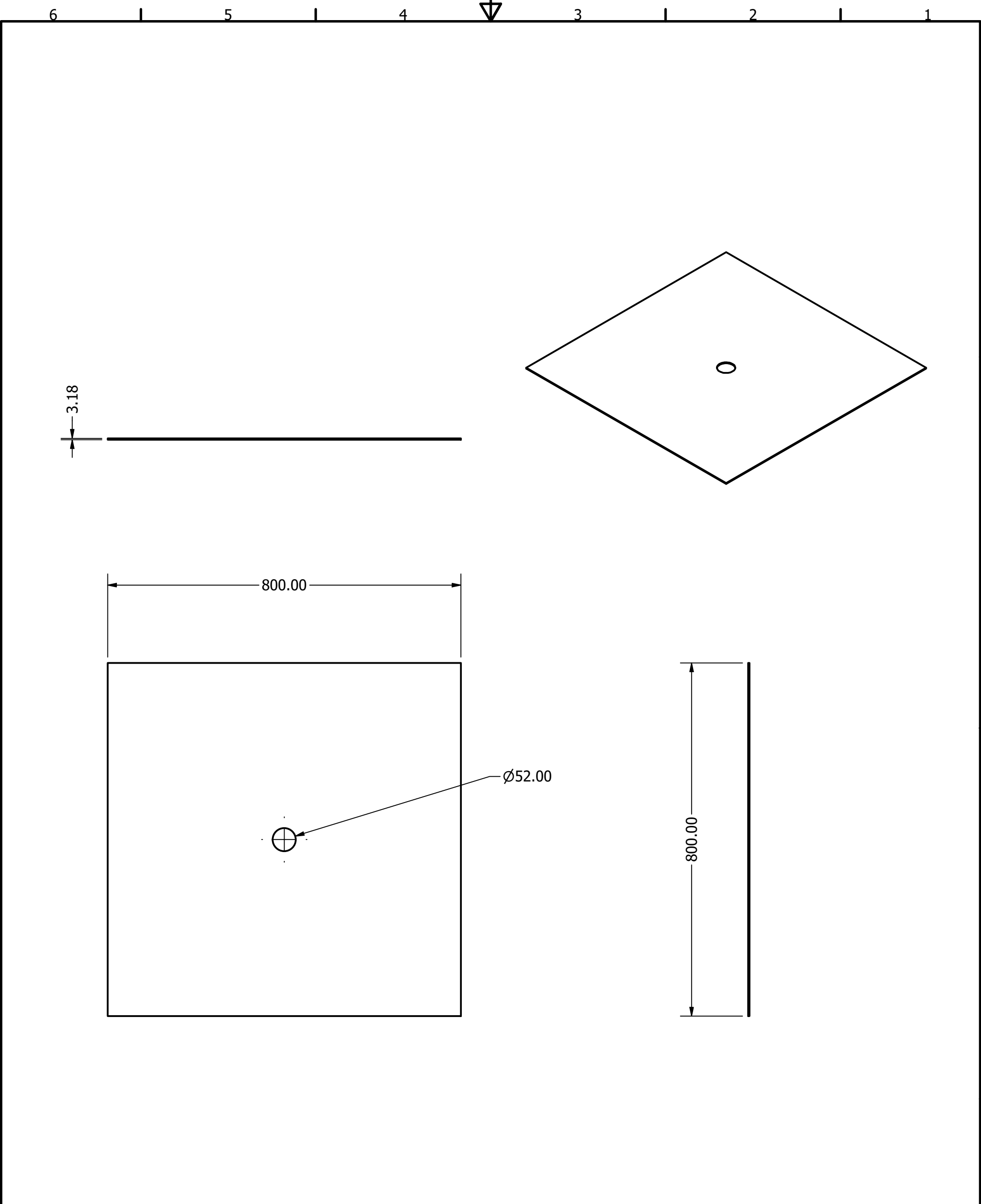


|                                                                                    |                                                                                                                    |           |                                                                                                                                                                    |              |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Fecha: 29/08/25                                                                    | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div><div></div><div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div></div> |              |
| Autores                                                                            | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                                                                                                                    |              |
|                                                                                    | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                                                                                                                    |              |
| Materia                                                                            | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                                                                                                                    |              |
| Escala<br>1:4                                                                      | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion                                                                                                     |              |
|  |                                                                                                                    |           | INGE.2293.306.A3                                                                                                                                                   | Unidad<br>mm |



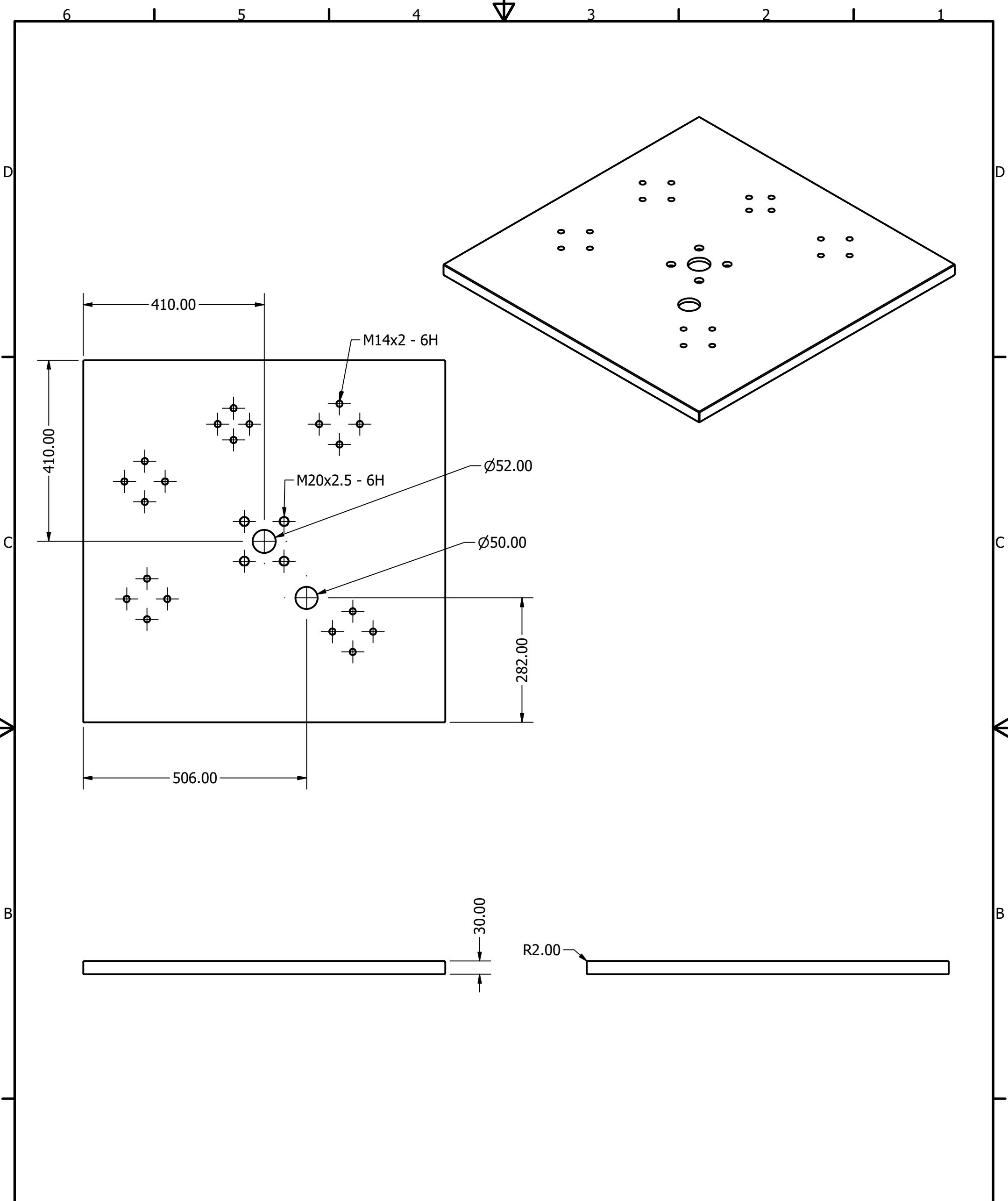
|                                                                                     |                                                                                                                    |           |                                                                                                                                                         |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Fecha: 29/08/25                                                                     | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div><div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div></div> |              |
| Autores                                                                             | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                                                                                                         |              |
|                                                                                     | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                                                                                                         |              |
| Materia                                                                             | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                                                                                                         |              |
| Escala<br>3:1                                                                       | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion                                                                                          |              |
|  |                                                                                                                    |           | INGE.2293.307.A3                                                                                                                                        | Unidad<br>mm |

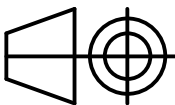


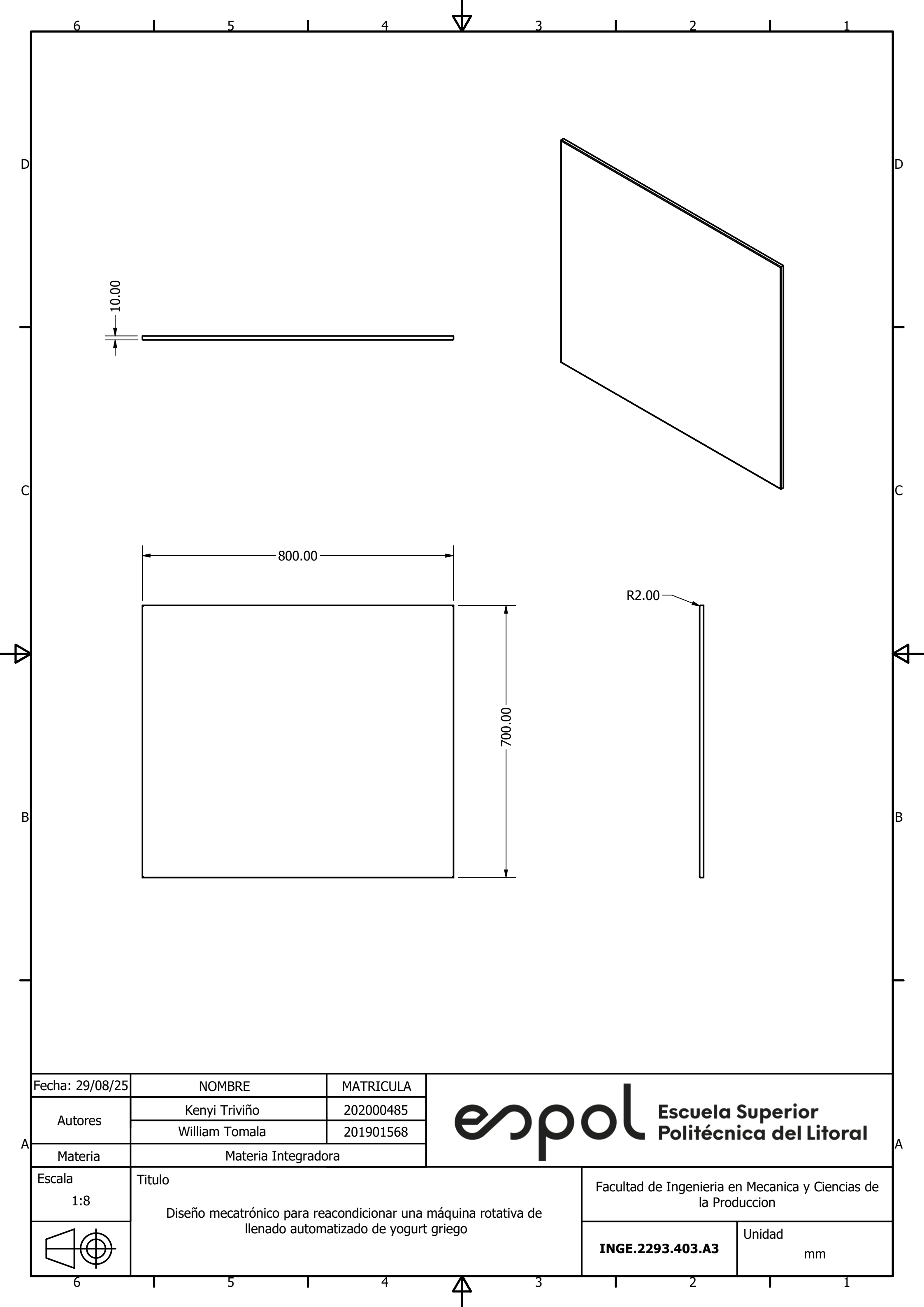


|                 |                                                                                                                    |           |                                                                          |                                                                |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Fecha: 29/08/25 | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div>espol</div> <div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div> |                                                                |
| Autores         | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                          |                                                                |
|                 | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                          |                                                                |
| Materia         | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                          |                                                                |
| Escala<br>1:8   | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           |                                                                          | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion |
|                 |                                                                                                                    |           |                                                                          | <div>INGE.2293.401.A3</div> <div>Unidad<br/>mm</div>           |

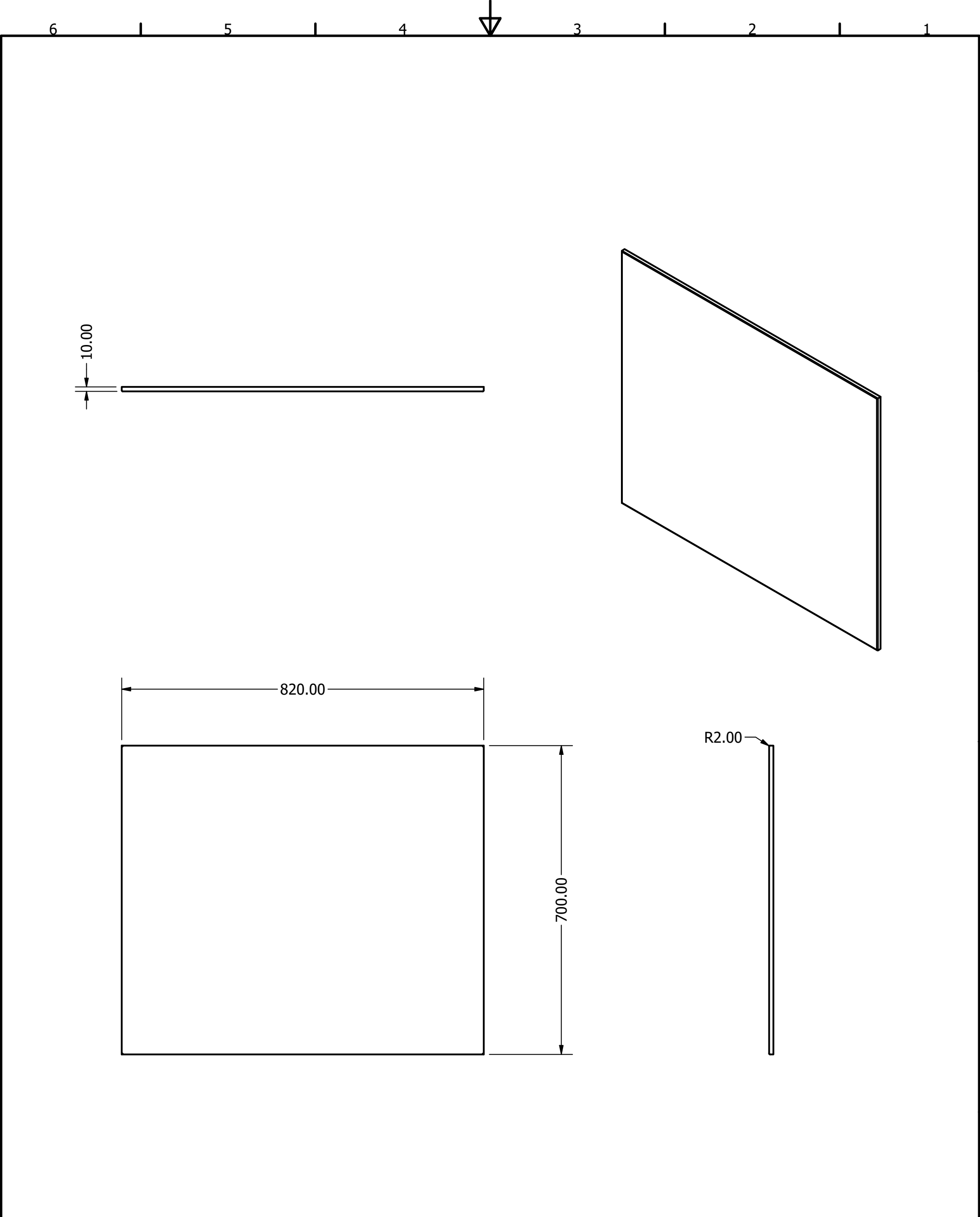


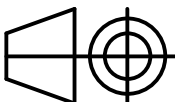


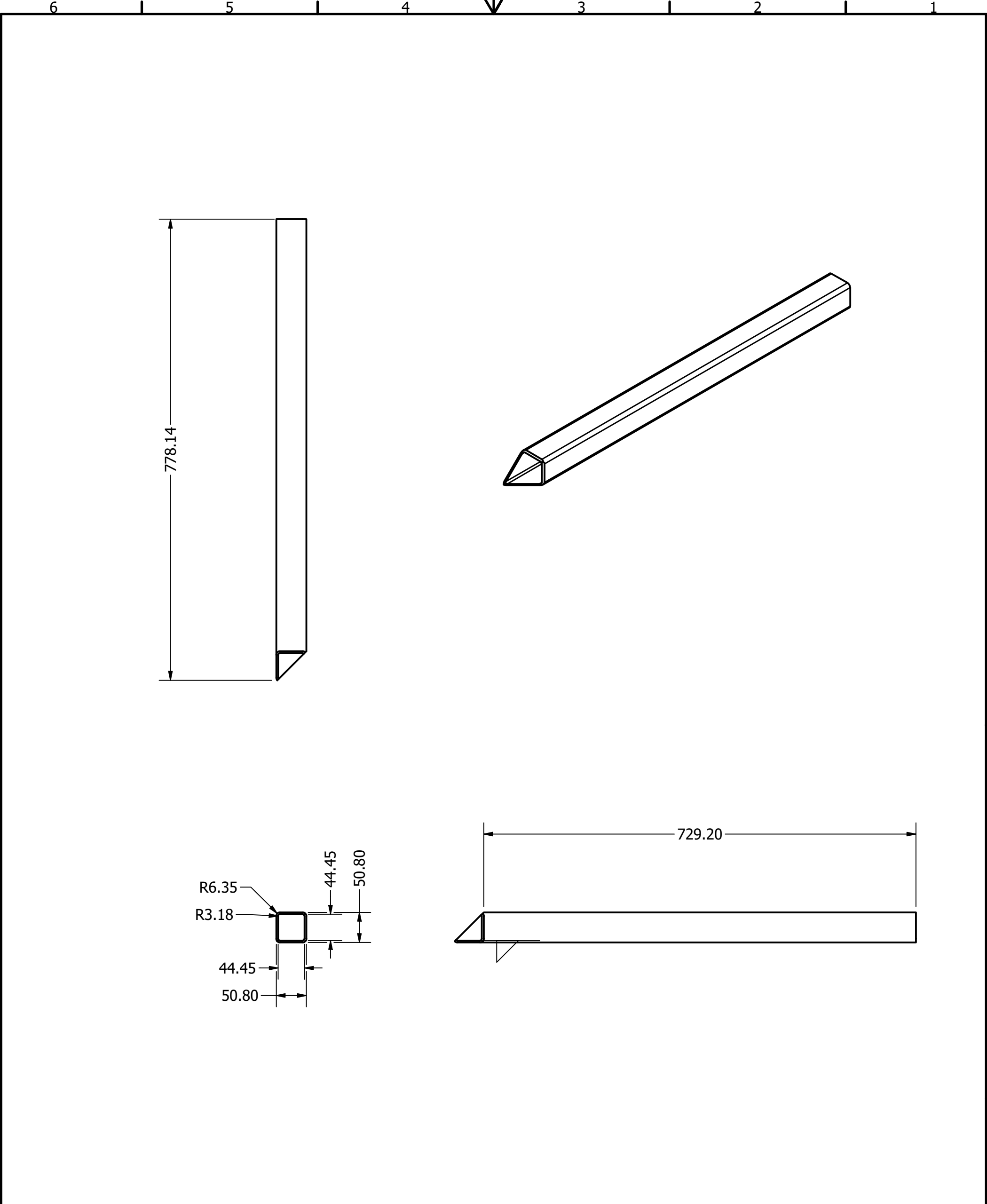
|   |                                                                                     |                                                                                                                    |           |                                                                                                                                                         |                                                                |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| A | Fecha: 29/08/25                                                                     | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div><div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div></div> |                                                                |
|   | Autores                                                                             | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                                                                                                         |                                                                |
|   |                                                                                     | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                                                                                                         |                                                                |
|   | Materia                                                                             | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                                                                                                         |                                                                |
|   | Escala<br>1:8                                                                       | Título<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           |                                                                                                                                                         | Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción |
|   |  |                                                                                                                    |           |                                                                                                                                                         | <div>INGE.2293.402.A3</div> <div>Unidad<br/>mm</div>           |

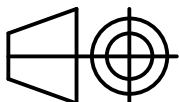


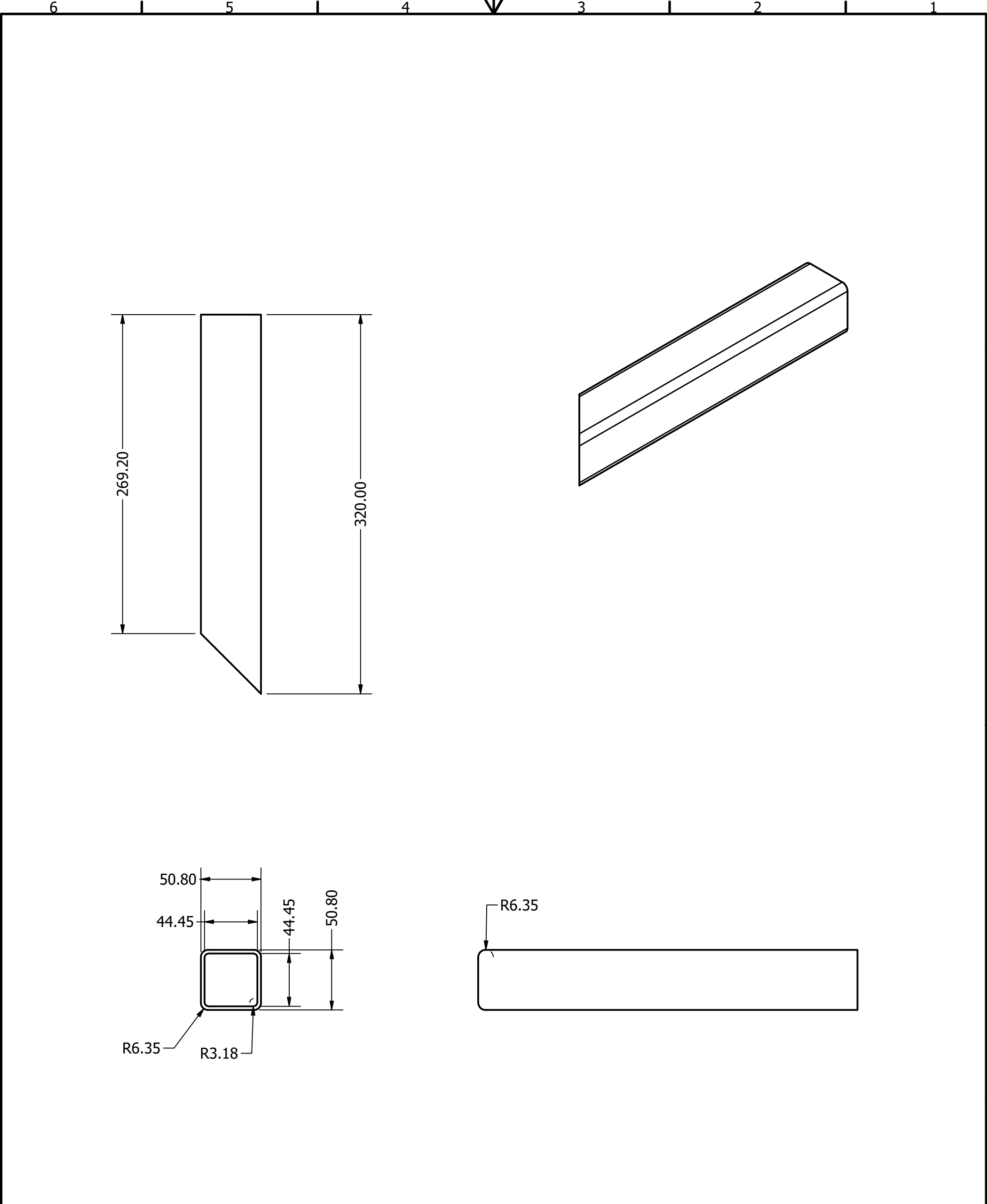


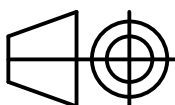


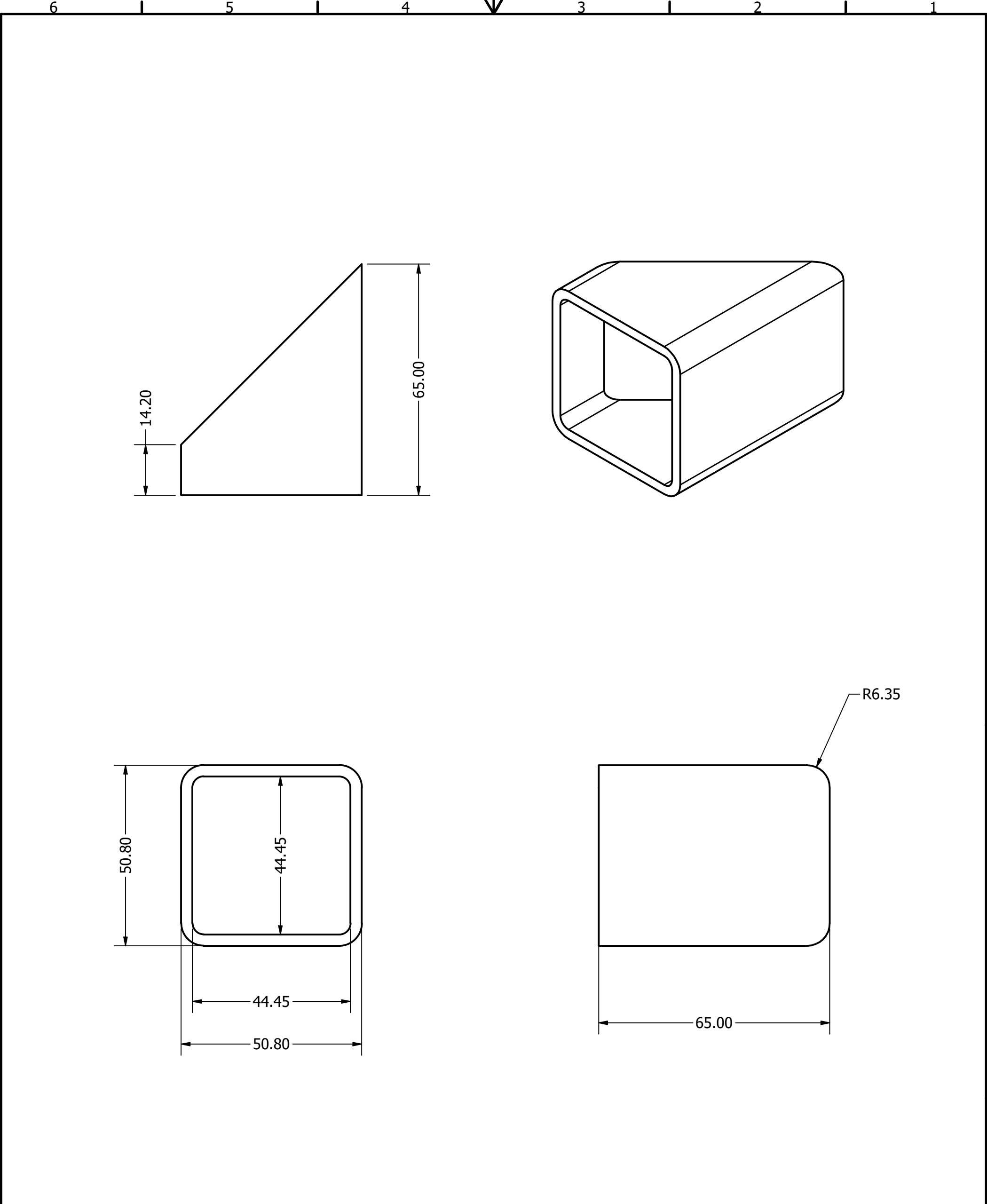
|                                                                                     |                                                                                                                    |           |                                                                                                                                                         |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Fecha: 29/08/25                                                                     | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div><div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div></div> |              |
| Autores                                                                             | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                                                                                                         |              |
|                                                                                     | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                                                                                                         |              |
| Materia                                                                             | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                                                                                                         |              |
| Escala<br>1:8                                                                       | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion                                                                                          |              |
|  |                                                                                                                    |           | INGE.2293.404.A3                                                                                                                                        | Unidad<br>mm |

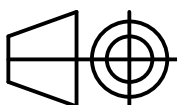


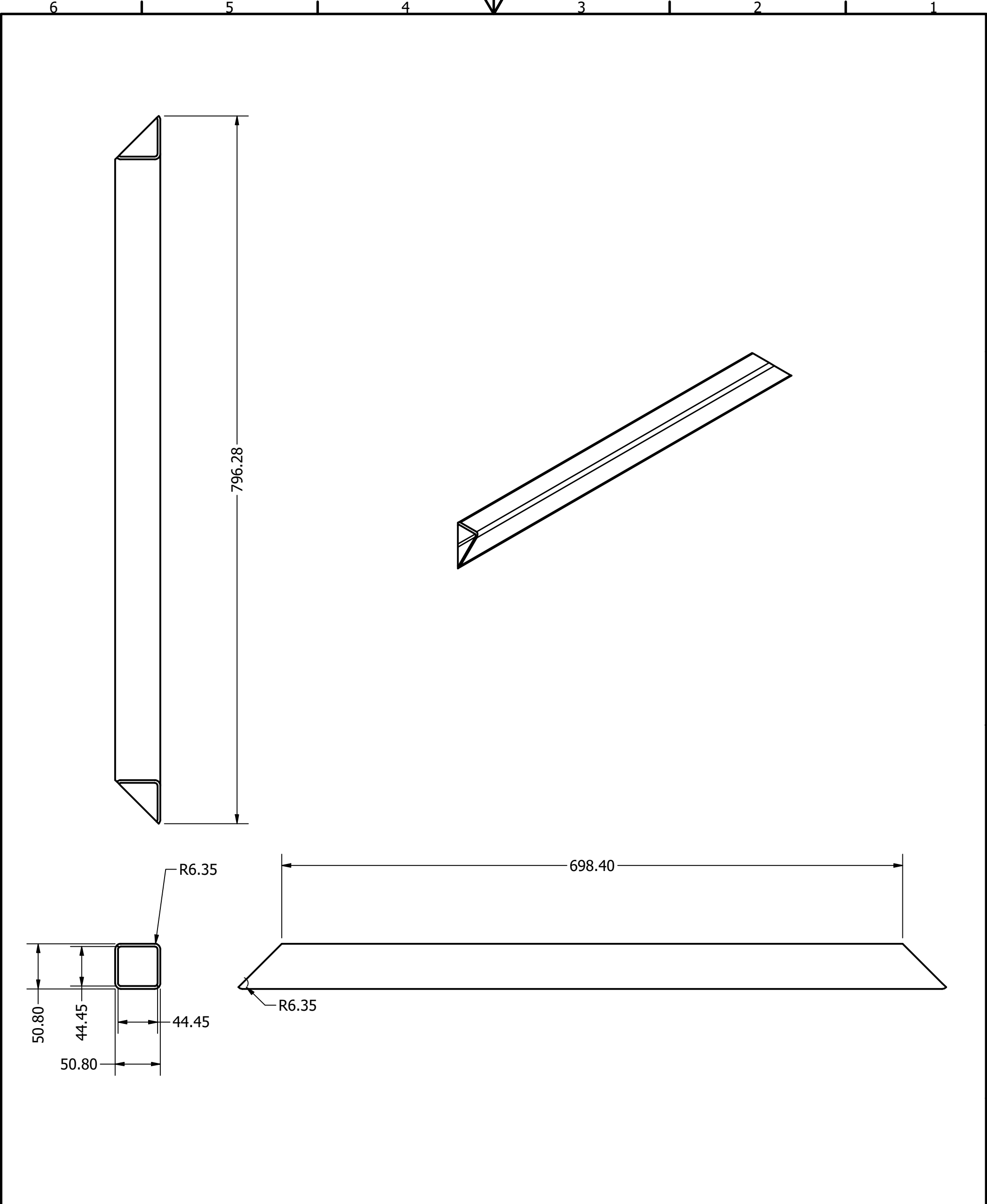
|                                                                                    |                                                                                                                    |           |                                                                                                                                                                    |              |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Fecha: 29/08/25                                                                    | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div><div></div><div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div></div> |              |
| Autores                                                                            | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                                                                                                                    |              |
|                                                                                    | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                                                                                                                    |              |
| Materia                                                                            | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                                                                                                                    |              |
| Escala<br>1:6                                                                      | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion                                                                                                     |              |
|  |                                                                                                                    |           | INGE.2293.405.A3                                                                                                                                                   | Unidad<br>mm |

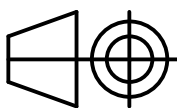


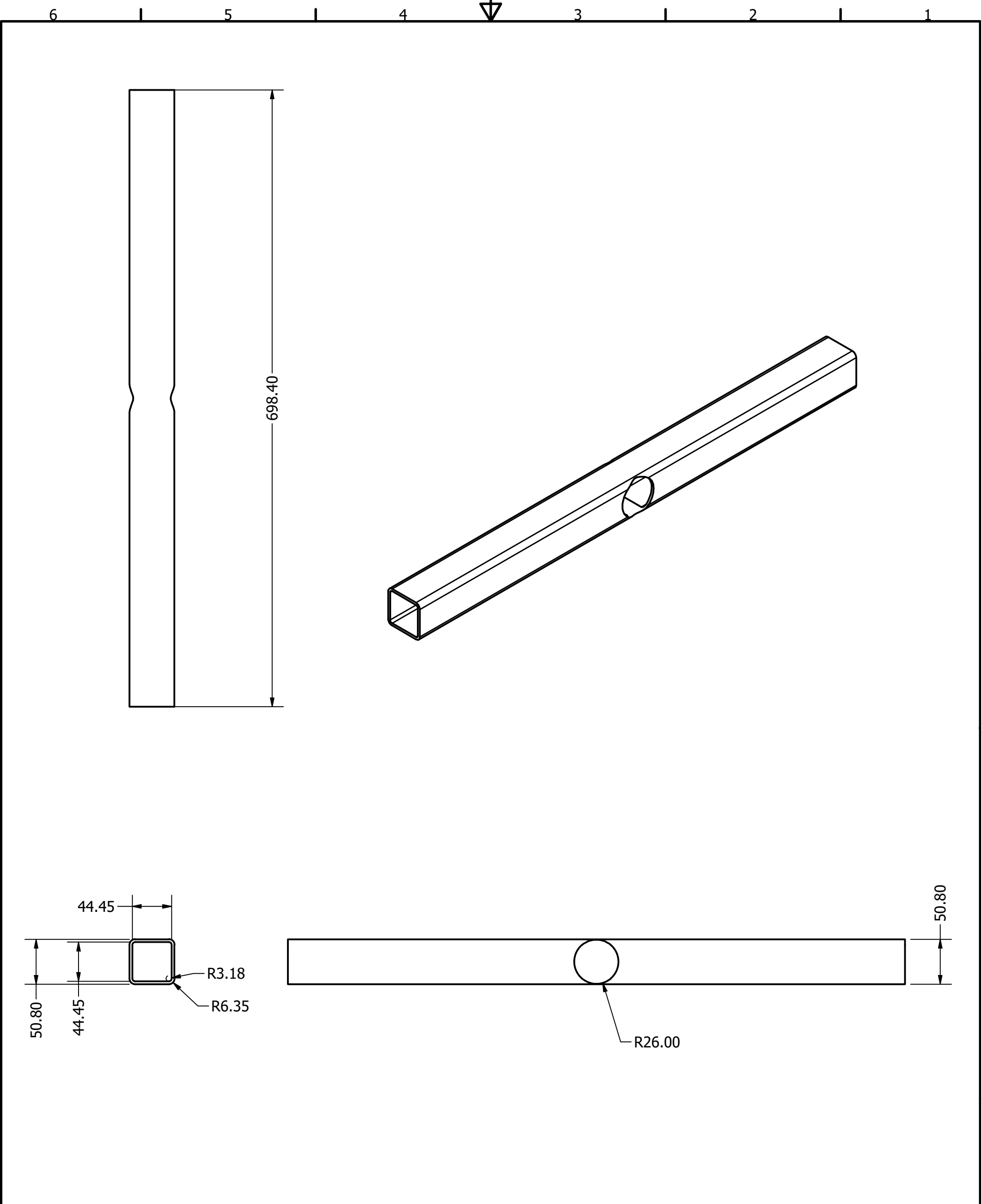
|                                                                                    |                                                                                                                    |                     |                  |                                                                                                                                                      |  |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Fecha: 29/08/25                                                                    |                                                                                                                    | NOMBRE              | MATRICULA        | <div> <b>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</b></div> |  |
| Autores                                                                            | Kenyi Triviño                                                                                                      |                     | 202000485        |                                                                                                                                                      |  |
|                                                                                    | William Tomala                                                                                                     |                     | 201901568        |                                                                                                                                                      |  |
| Materia                                                                            |                                                                                                                    | Materia Integradora |                  |                                                                                                                                                      |  |
| Escala<br>1:3                                                                      | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |                     |                  | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion                                                                                       |  |
|  |                                                                                                                    |                     |                  | Unidad<br><br>mm                                                                                                                                     |  |
|                                                                                    |                                                                                                                    |                     | INGE.2293.406.A3 |                                                                                                                                                      |  |

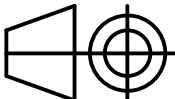


|                                                                                    |                                                                                                                    |           |                                                                                                                                                                    |              |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Fecha: 29/08/25                                                                    | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div><div></div><div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div></div> |              |
| Autores                                                                            | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                                                                                                                    |              |
|                                                                                    | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                                                                                                                    |              |
| Materia                                                                            | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                                                                                                                    |              |
| Escala<br>1:1                                                                      | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion                                                                                                     |              |
|  |                                                                                                                    |           | INGE.2293.407.A3                                                                                                                                                   | Unidad<br>mm |

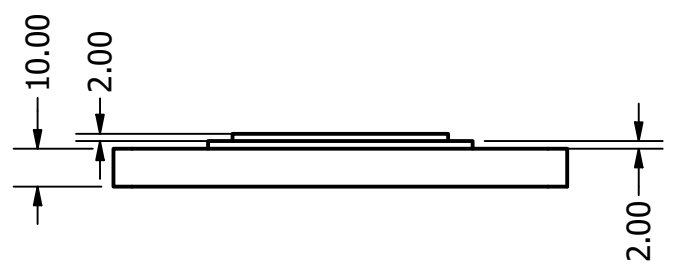
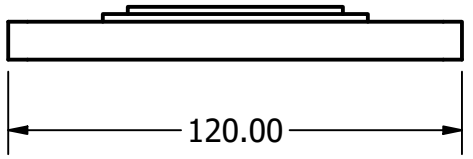
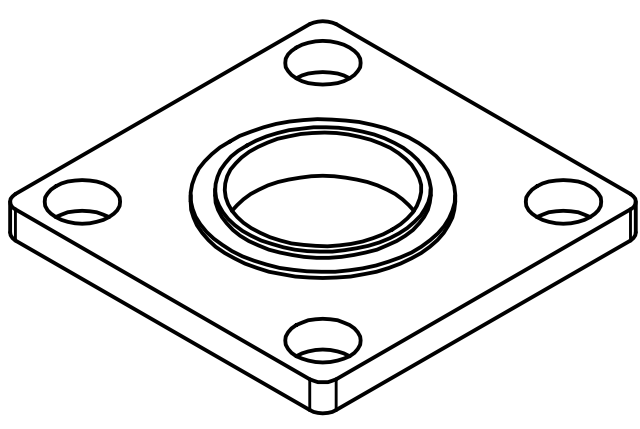
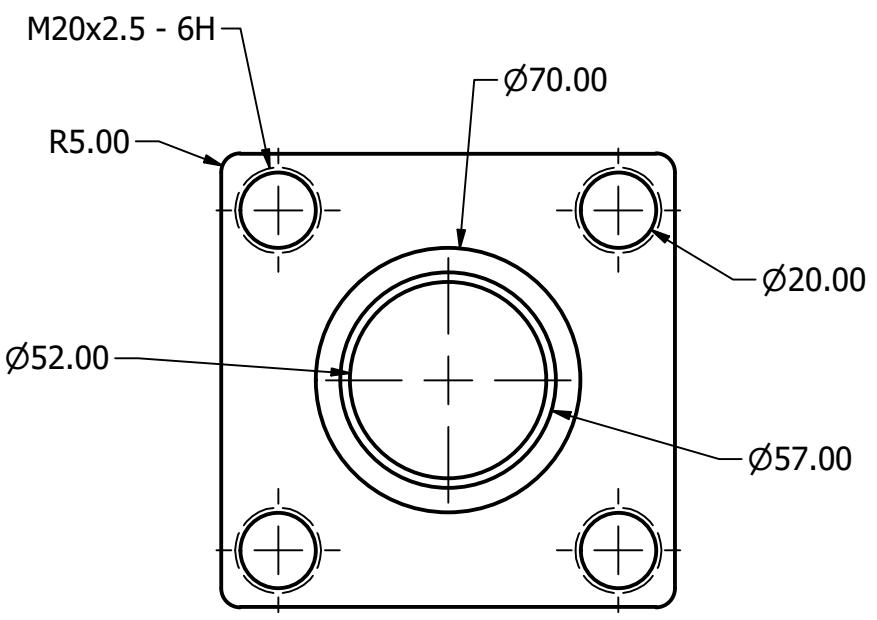


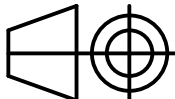
|                                                                                    |                                                                                                                       |           |                                                                                                                                                         |              |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Fecha: 29/08/25                                                                    | NOMBRE                                                                                                                | MATRICULA | <div><div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div></div> |              |
| Autores                                                                            | Kenyi Triviño                                                                                                         | 202000485 |                                                                                                                                                         |              |
|                                                                                    | William Tomala                                                                                                        | 201901568 |                                                                                                                                                         |              |
| Materia                                                                            | Materia Integradora                                                                                                   |           |                                                                                                                                                         |              |
| Escala<br>1:4                                                                      | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de<br>llenado automatizado de yogurt griego |           | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de<br>la Produccion                                                                                       |              |
|  |                                                                                                                       |           | INGE.2293.408.A3                                                                                                                                        | Unidad<br>mm |

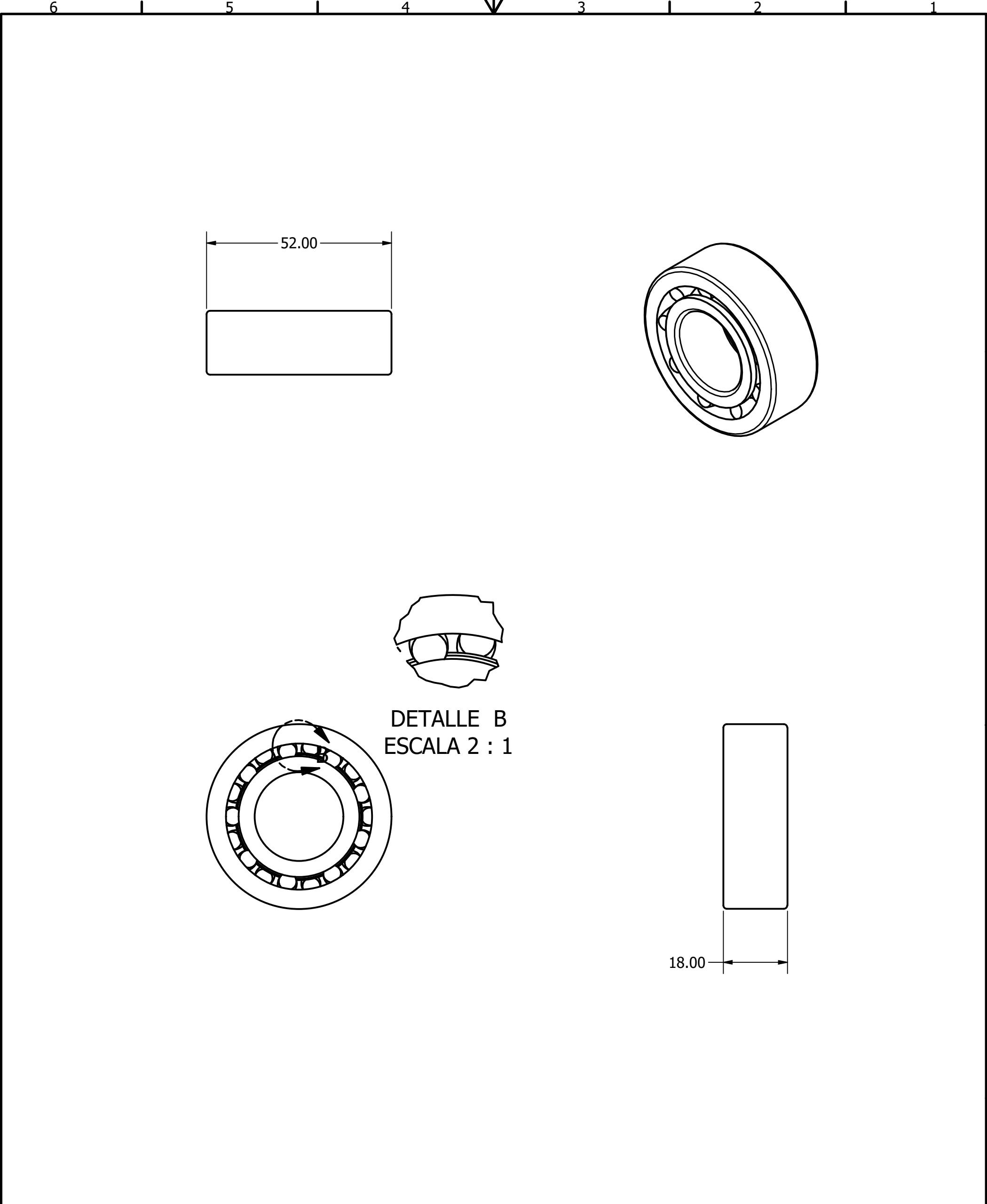


|                                                                                     |                                                                                                                       |                  |           |                                                                                                                                              |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Fecha: 29/08/25                                                                     |                                                                                                                       | NOMBRE           | MATRICULA | <div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div> |  |
| Autores                                                                             | Kenyi Triviño                                                                                                         |                  | 202000485 |                                                                                                                                              |  |
|                                                                                     | William Tomala                                                                                                        |                  | 201901568 |                                                                                                                                              |  |
| Materia                                                                             | Materia Integradora                                                                                                   |                  |           |                                                                                                                                              |  |
| Escala<br>1:4                                                                       | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de<br>llenado automatizado de yogurt griego |                  |           | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de<br>la Produccion                                                                            |  |
|  |                                                                                                                       |                  |           | Unidad<br><br>mm                                                                                                                             |  |
|                                                                                     |                                                                                                                       | INGE.2293.409.A3 |           |                                                                                                                                              |  |



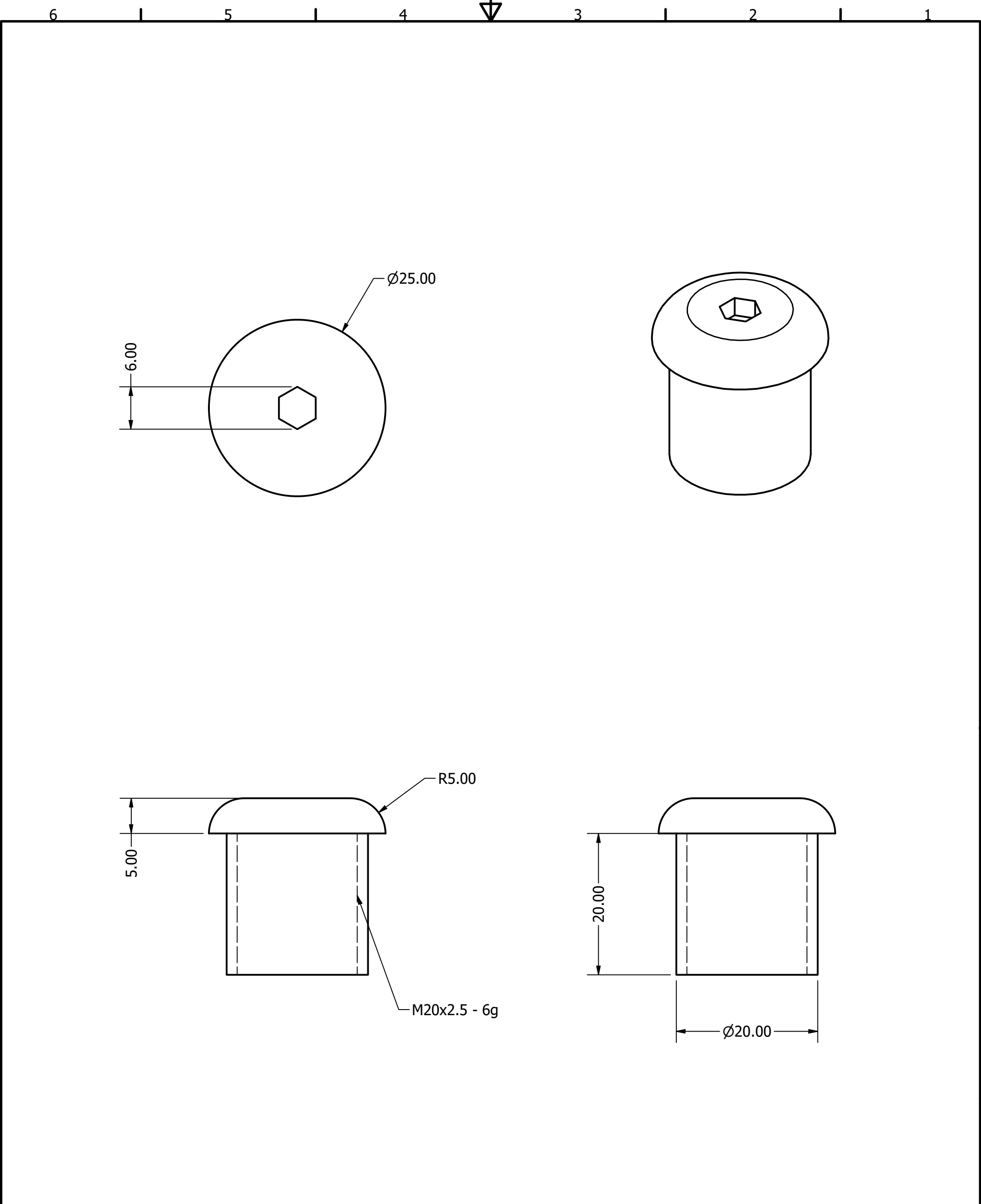


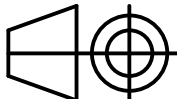
|                                                                                    |                                                                                                                    |        |           |                                                                                                                                                         |  |                  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------|--|
| Fecha: 29/08/25                                                                    |                                                                                                                    | NOMBRE | MATRICULA | <div><div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div></div> |  |                  |  |
| Autores                                                                            | Kenyi Triviño                                                                                                      |        | 202000485 |                                                                                                                                                         |  |                  |  |
|                                                                                    | William Tomala                                                                                                     |        | 201901568 |                                                                                                                                                         |  |                  |  |
| Materia                                                                            | Materia Integradora                                                                                                |        |           |                                                                                                                                                         |  |                  |  |
| Escala<br>1:2                                                                      | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |        |           | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion                                                                                          |  |                  |  |
|  |                                                                                                                    |        |           | INGE.2293.002.A3                                                                                                                                        |  | Unidad<br><br>mm |  |

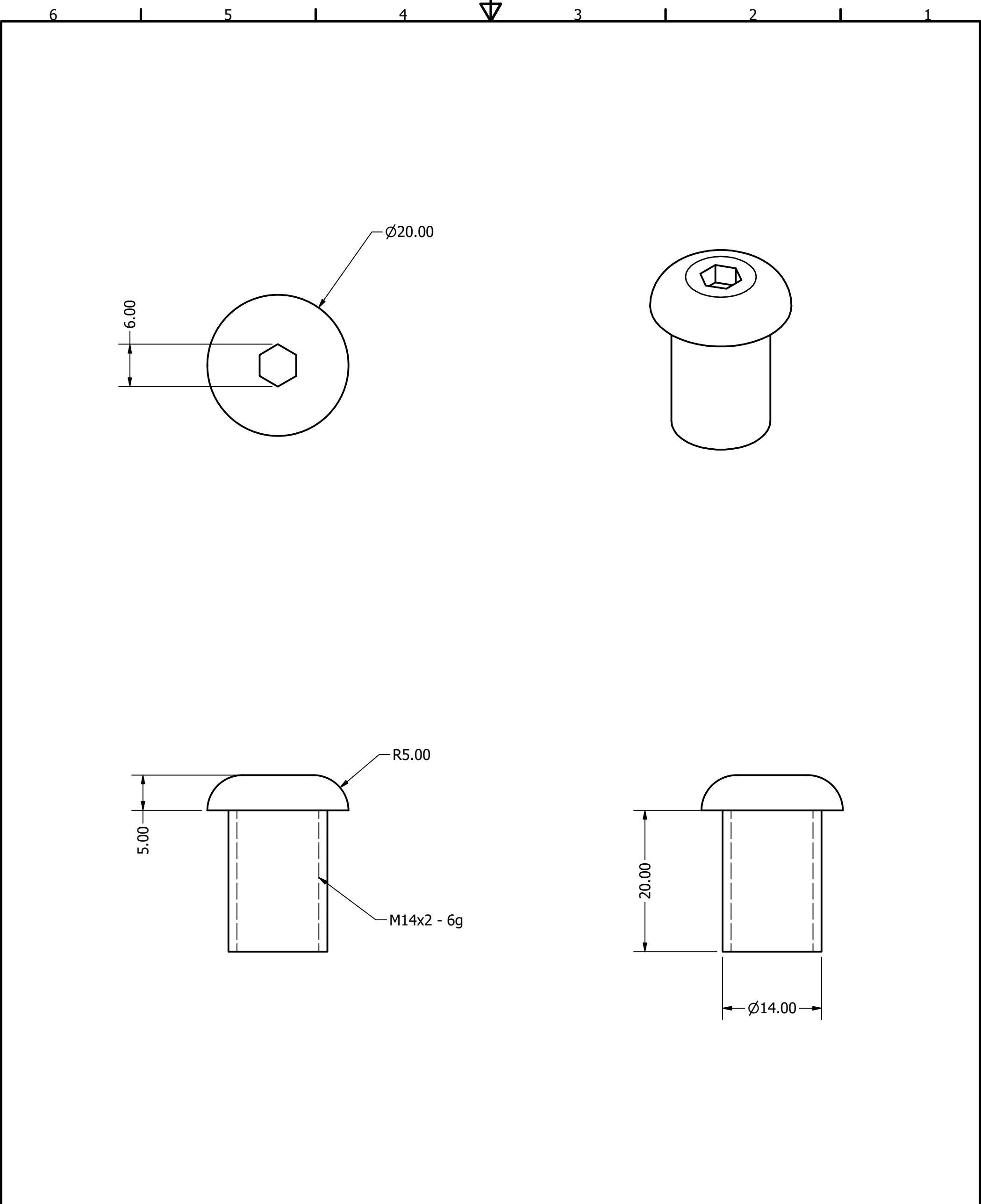


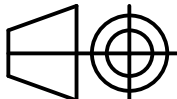
|                 |                                                                                                                    |           |                                                                          |  |                                                                |              |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------|--------------|
| Fecha: 29/08/25 | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div>espol</div> <div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div> |  |                                                                |              |
| Autores         | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                          |  |                                                                |              |
|                 | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                          |  |                                                                |              |
| Materia         | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                          |  |                                                                |              |
| Escala<br>1:1   | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           |                                                                          |  | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion |              |
|                 |                                                                                                                    |           |                                                                          |  | INGE.2293.003.A3                                               | Unidad<br>mm |

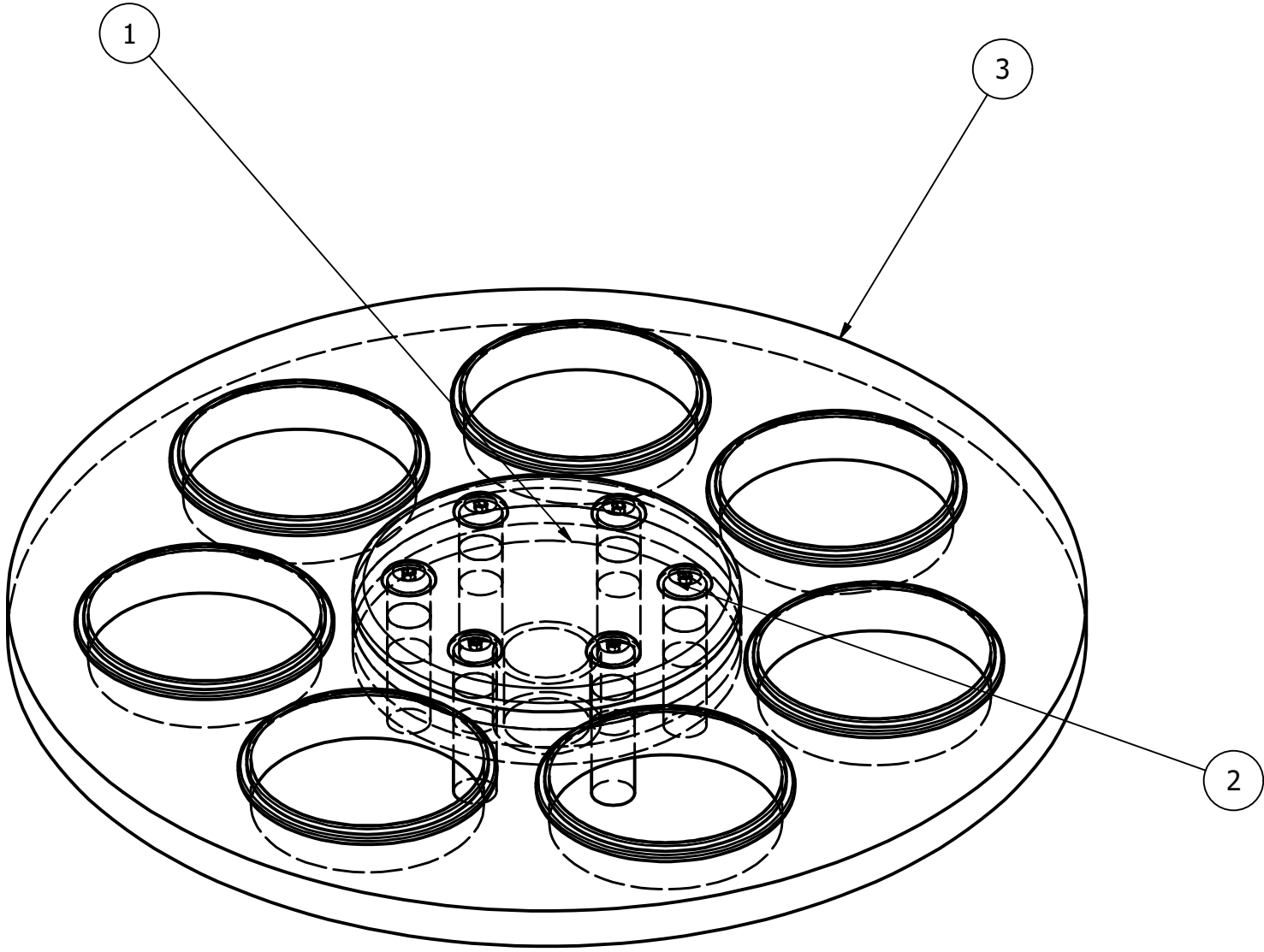




|                                                                                    |                                                                                                                    |           |                                                                                                                                                                    |                  |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Fecha: 29/08/25                                                                    | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div><div></div><div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div></div> |                  |
| Autores                                                                            | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                                                                                                                    |                  |
|                                                                                    | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                                                                                                                    |                  |
| Materia                                                                            | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                                                                                                                    |                  |
| Escala                                                                             | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion                                                                                                     |                  |
|  |                                                                                                                    |           | INGE.2293.004.A3                                                                                                                                                   | Unidad<br><br>mm |



|                                                                                    |                                                                                                                    |           |                                                                                                                                                                    |              |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Fecha: 29/08/25                                                                    | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div><div></div><div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div></div> |              |
| Autores                                                                            | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                                                                                                                    |              |
|                                                                                    | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                                                                                                                    |              |
| Materia                                                                            | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                                                                                                                    |              |
| Escala<br>2:1                                                                      | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion                                                                                                     |              |
|  |                                                                                                                    |           | INGE.2293.005.A3                                                                                                                                                   | Unidad<br>mm |

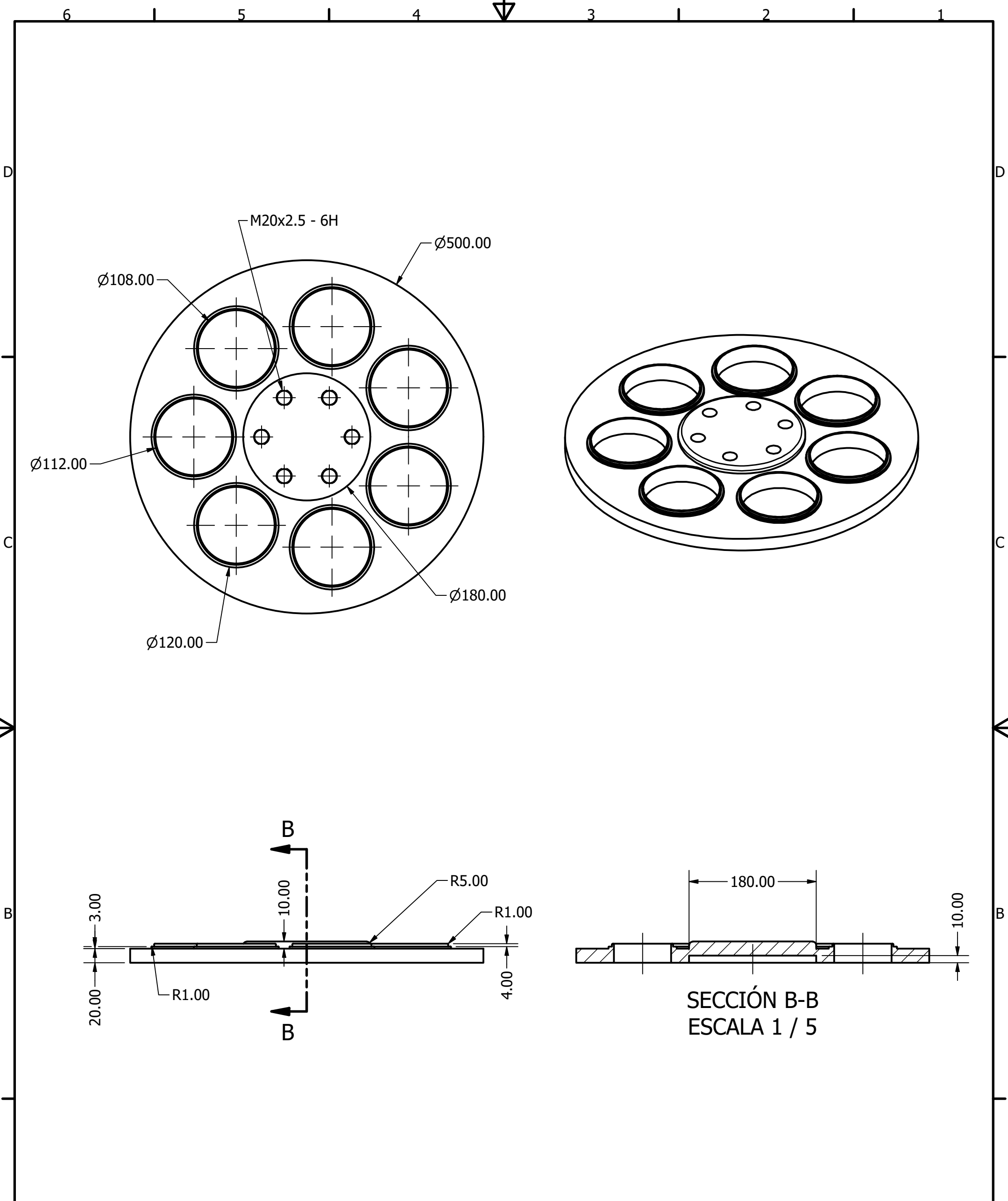


| LISTA DE PIEZAS |       |                  |
|-----------------|-------|------------------|
| ELEMENTO        | CTDAD | DESCRIPCIÓN      |
| 1               | 1     | Acople Plato Eje |
| 2               | 6     | Pernos Plato     |
| 3               | 1     | Plato Rotatorio  |

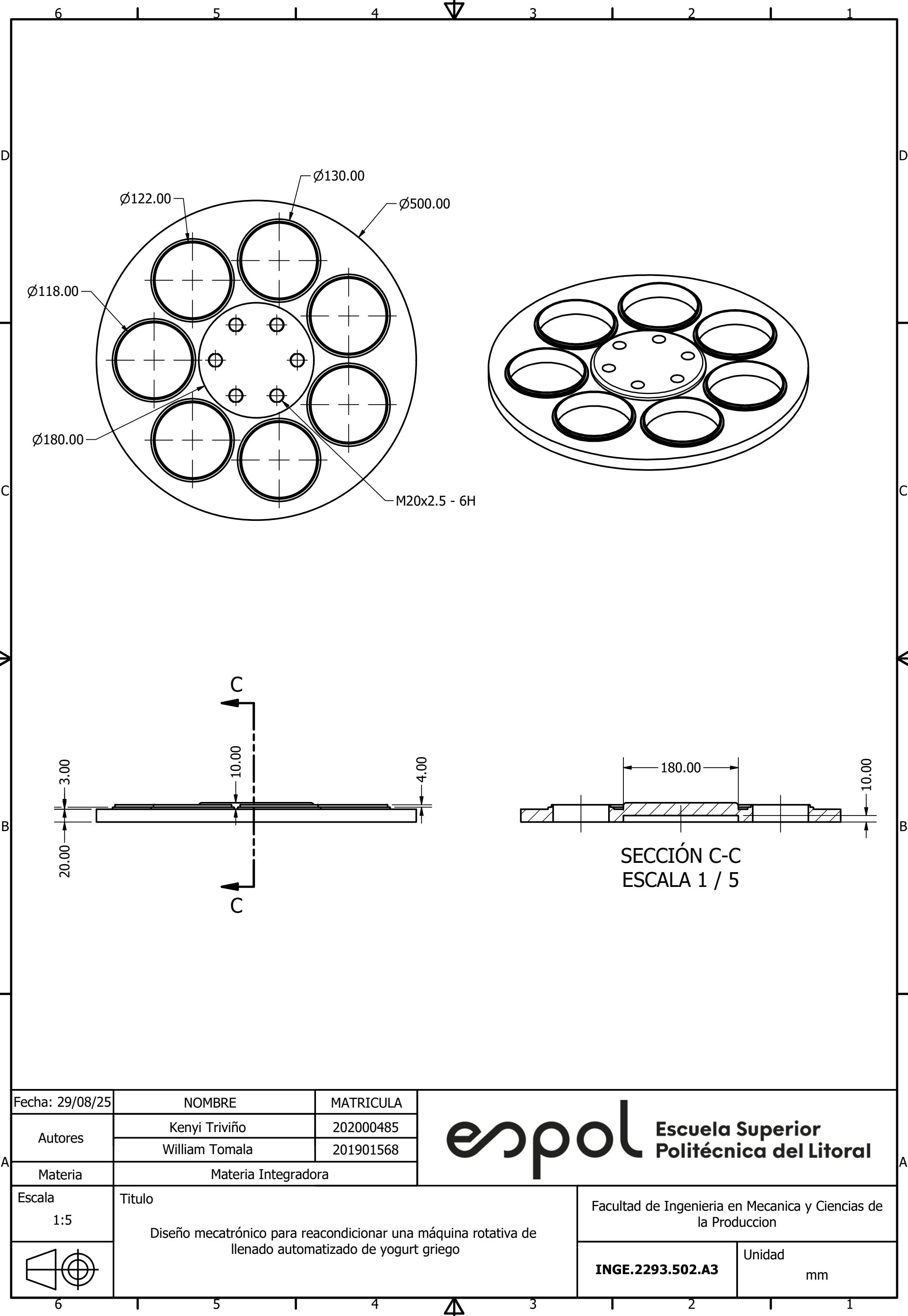
|                 |                     |           |
|-----------------|---------------------|-----------|
| Fecha: 29/08/25 | NOMBRE              | MATRICULA |
| Autores         | Kenyi Triviño       | 202000485 |
|                 | William Tomala      | 201901568 |
| Materia         | Materia Integradora |           |

**Escuela Superior  
Politécnica del Litoral**

|               |                                                                                                                    |                                                                |              |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------|
| Escala<br>1:3 | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion |              |
|               |                                                                                                                    | <b>INGE.2293.500.A3</b>                                        | Unidad<br>mm |



|                 |  |                                                                                                                       |  |           |  |                                                                                    |  |              |  |   |  |
|-----------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------|--|------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------|--|---|--|
| Fecha: 29/08/25 |  | NOMBRE                                                                                                                |  | MATRICULA |  | <div><div>espol</div><div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div></div> |  |              |  |   |  |
| Autores         |  | Kenyi Triviño                                                                                                         |  | 202000485 |  |                                                                                    |  |              |  |   |  |
|                 |  | William Tomala                                                                                                        |  | 201901568 |  |                                                                                    |  |              |  |   |  |
| Materia         |  | Materia Integradora                                                                                                   |  |           |  |                                                                                    |  |              |  |   |  |
| Escala<br>1:5   |  | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de<br>llenado automatizado de yogurt griego |  |           |  | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de<br>la Produccion                  |  |              |  |   |  |
|                 |  |                                                                                                                       |  |           |  | INGE.2293.501.A3                                                                   |  | Unidad<br>mm |  |   |  |
| 6               |  | 5                                                                                                                     |  | 4         |  | 3                                                                                  |  | 2            |  | 1 |  |



Fecha: 29/08/25

NOMBRE

MATRICULA

Autores

Kenyi Triviño

202000485

William Tomala

201901568

Materia

Materia Integradora



Escuela Superior  
Politécnica del Litoral

Escala

1:5

Título

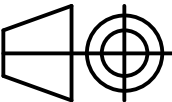
Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de  
llenado automatizado de yogurt griego

Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de  
la Produccion

INGE.2293.502.A3

Unidad

mm



M20x2.5 - 6H

Ø180.00

Ø50.00

Ø40.00

20.00

40.00

SECCIÓN D-D  
ESCALA 1 / 2

Fecha: 29/08/25

NOMBRE

MATRICULA

Autores

Kenyi Triviño

202000485

William Tomala

201901568

Materia

Materia Integradora



Escuela Superior  
Politécnica del Litoral

Escala

1:2

Título

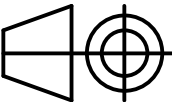
Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de  
llenado automatizado de yogurt griego

Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de  
la Produccion

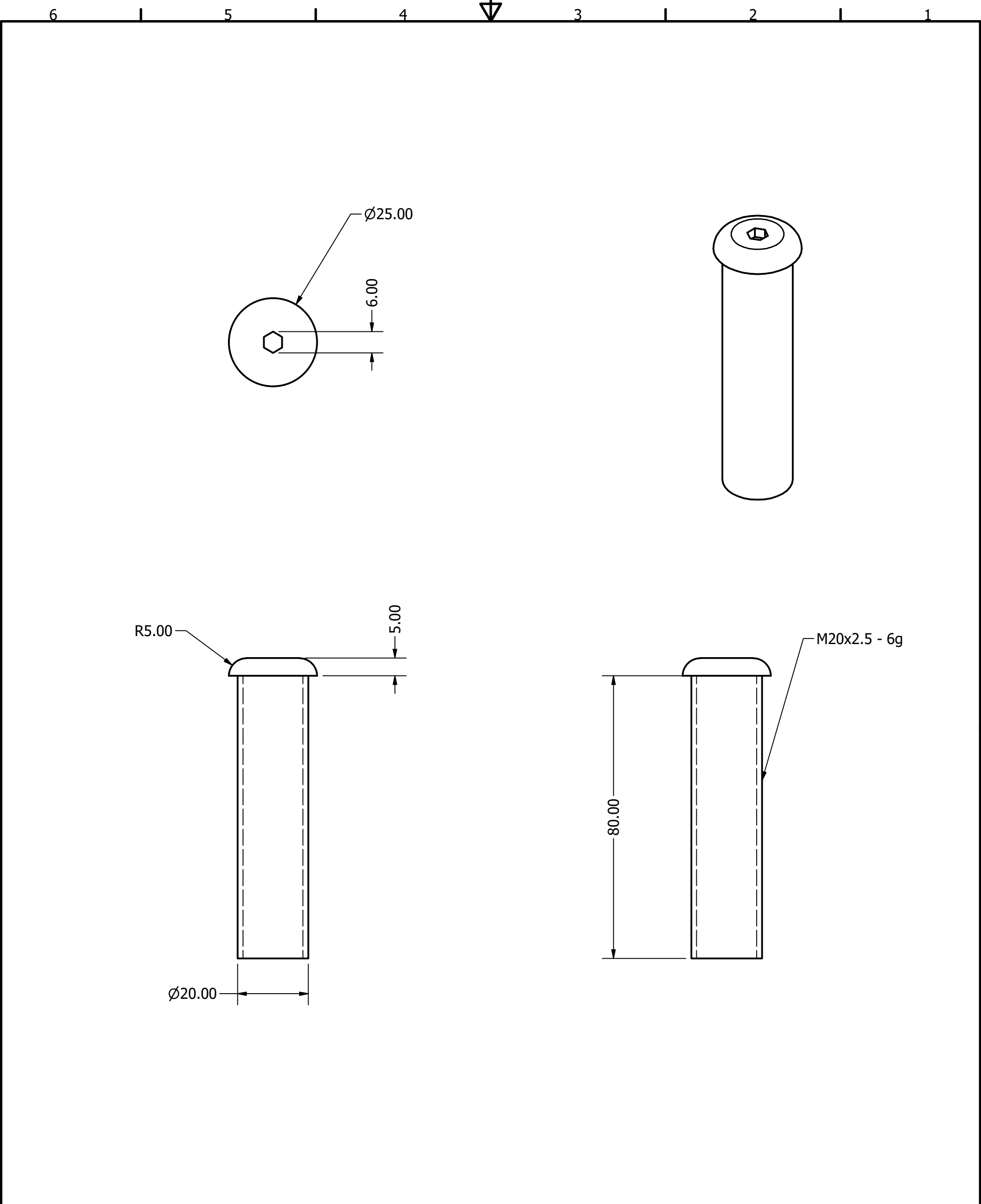
INGE.2293.503.A3

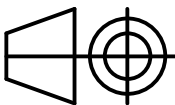
Unidad

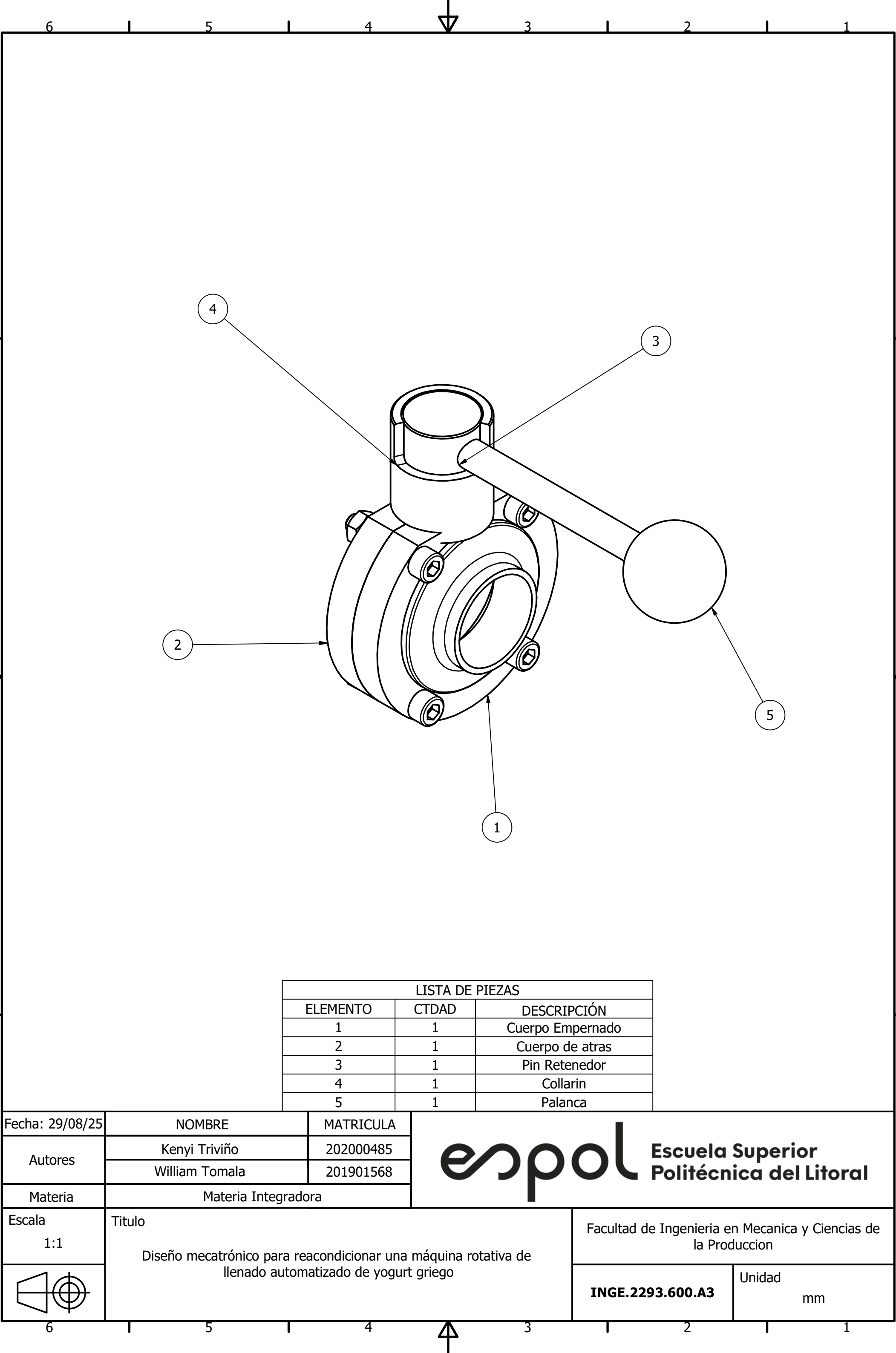
mm







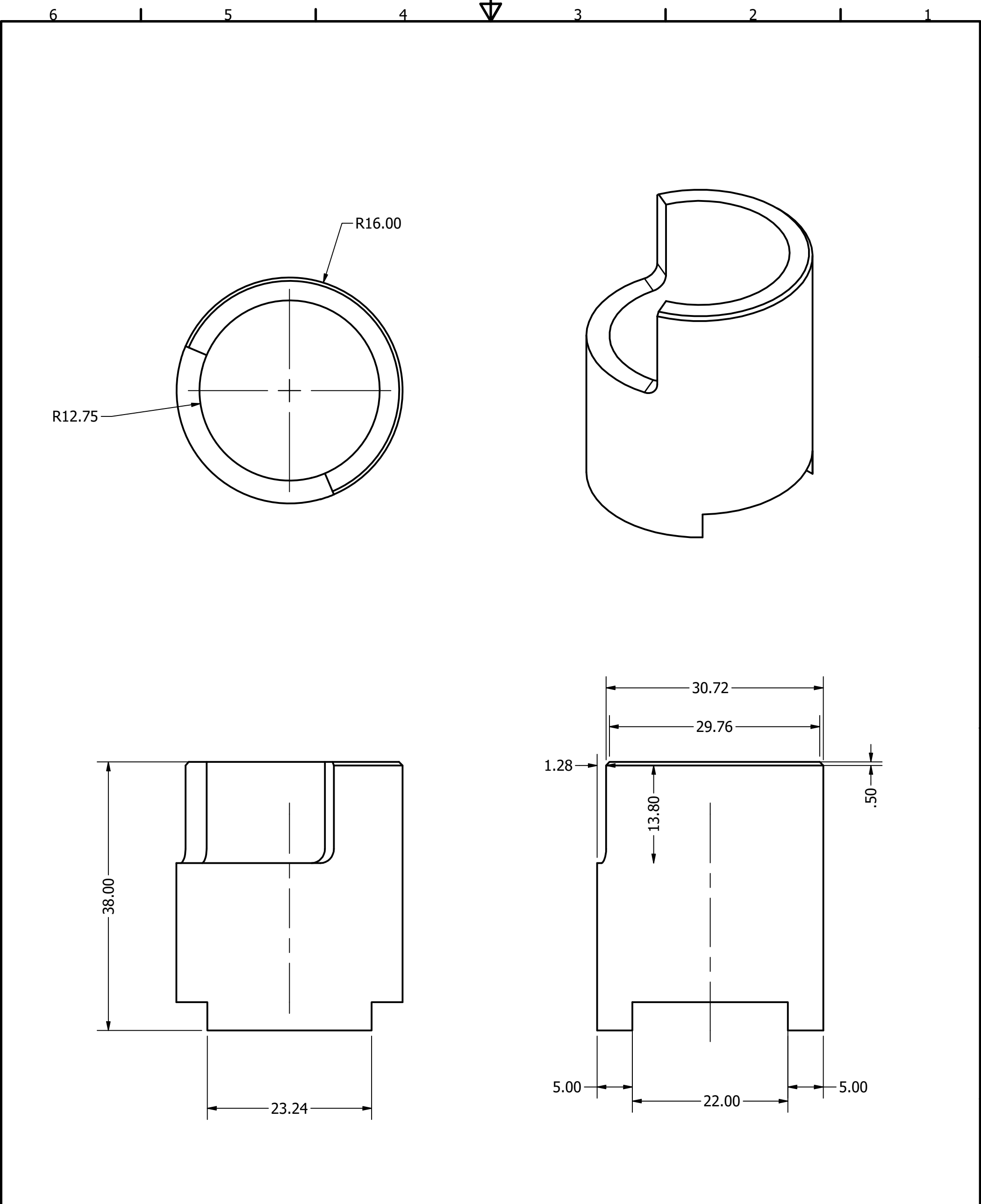
|                                                                                     |                                                                                                                    |           |                                                                          |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Fecha: 29/08/25                                                                     | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div>espol</div> <div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div> |              |
| Autores                                                                             | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                          |              |
|                                                                                     | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                          |              |
| Materia                                                                             | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                          |              |
| Escala<br>1:1                                                                       | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion           |              |
|  |                                                                                                                    |           | INGE.2293.504.A3                                                         | Unidad<br>mm |

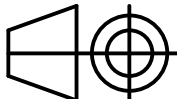


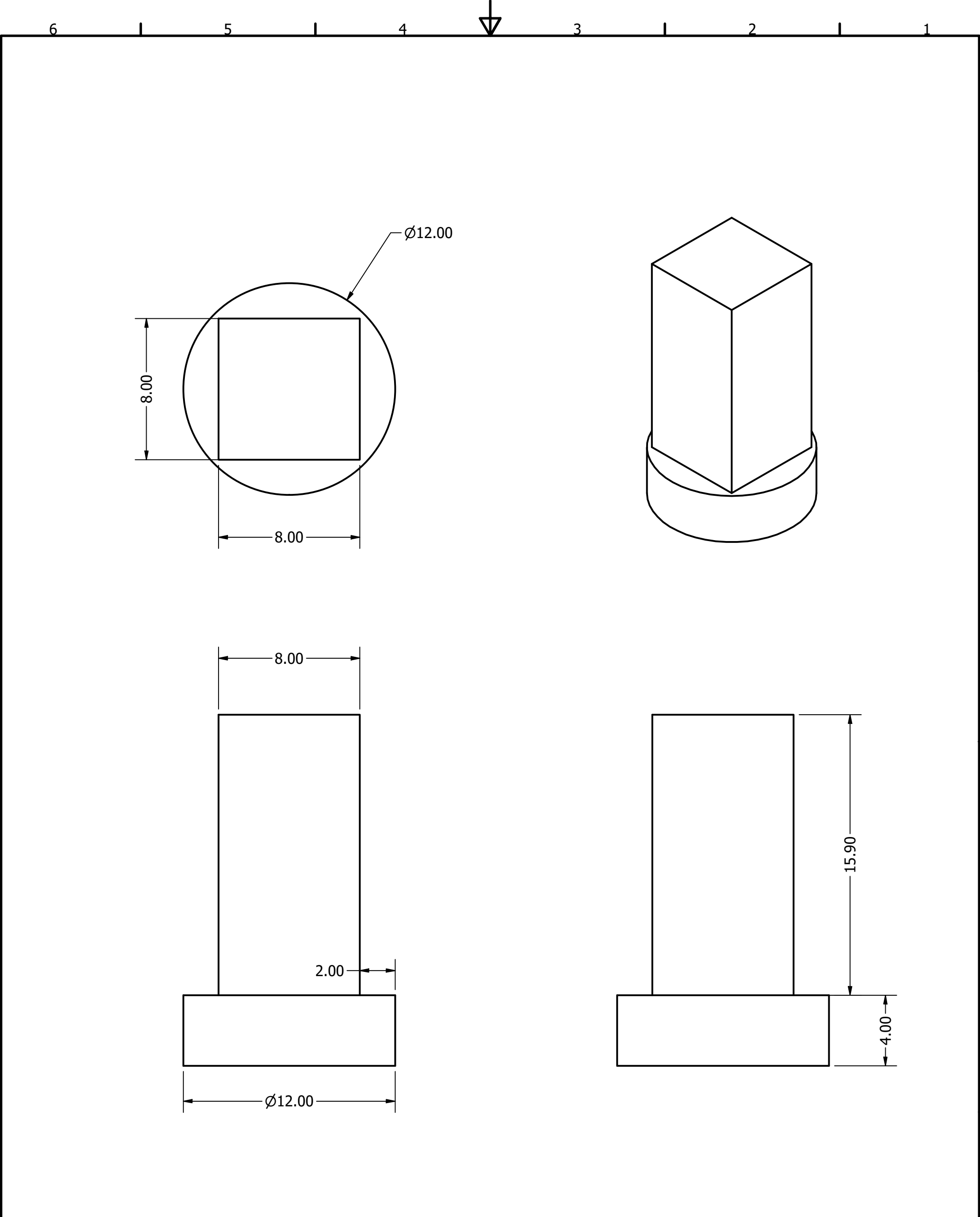
| LISTA DE PIEZAS |       |                  |
|-----------------|-------|------------------|
| ELEMENTO        | CTDAD | DESCRIPCIÓN      |
| 1               | 1     | Cuerpo Empernado |
| 2               | 1     | Cuerpo de atras  |
| 3               | 1     | Pin Retenedor    |
| 4               | 1     | Collarin         |
| 5               | 1     | Palanca          |

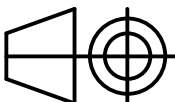
|                 |                                                                                                                    |           |                                                                     |                                                                |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Fecha: 29/08/25 | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div></div> <div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div> |                                                                |
| Autores         | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                     |                                                                |
|                 | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                     |                                                                |
| Materia         | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                     |                                                                |
| Escala<br>1:1   | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           |                                                                     | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion |
|                 |                                                                                                                    |           |                                                                     | <div>INGE.2293.600.A3</div> <div>Unidad<br/>mm</div>           |

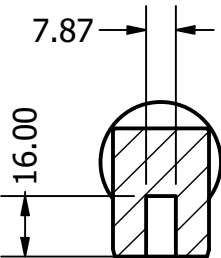
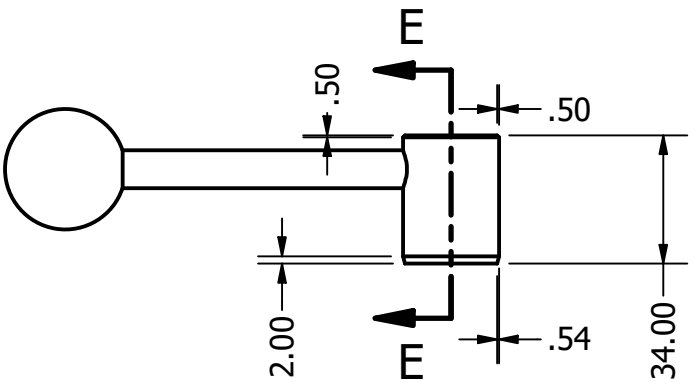
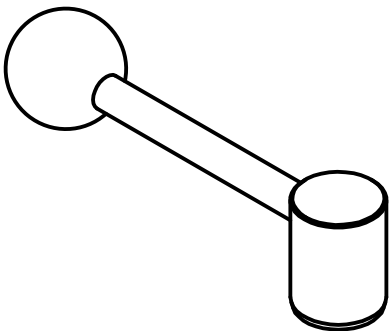
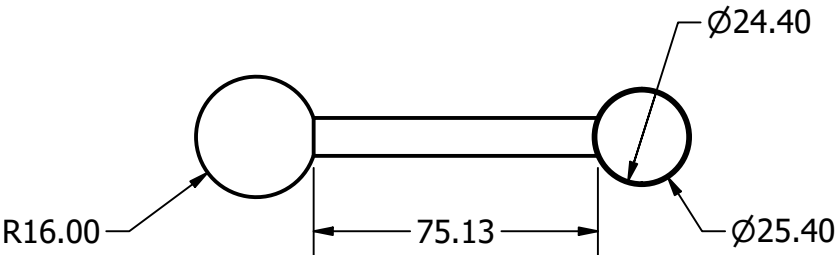




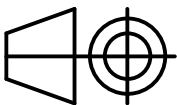
|                                                                                    |                                                                                                                    |           |                                                                                                                                                                    |              |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Fecha: 29/08/25                                                                    | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div><div></div><div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div></div> |              |
| Autores                                                                            | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                                                                                                                    |              |
|                                                                                    | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                                                                                                                    |              |
| Materia                                                                            | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                                                                                                                    |              |
| Escala<br>2:1                                                                      | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion                                                                                                     |              |
|  |                                                                                                                    |           | INGE.2293.601.A3                                                                                                                                                   | Unidad<br>mm |

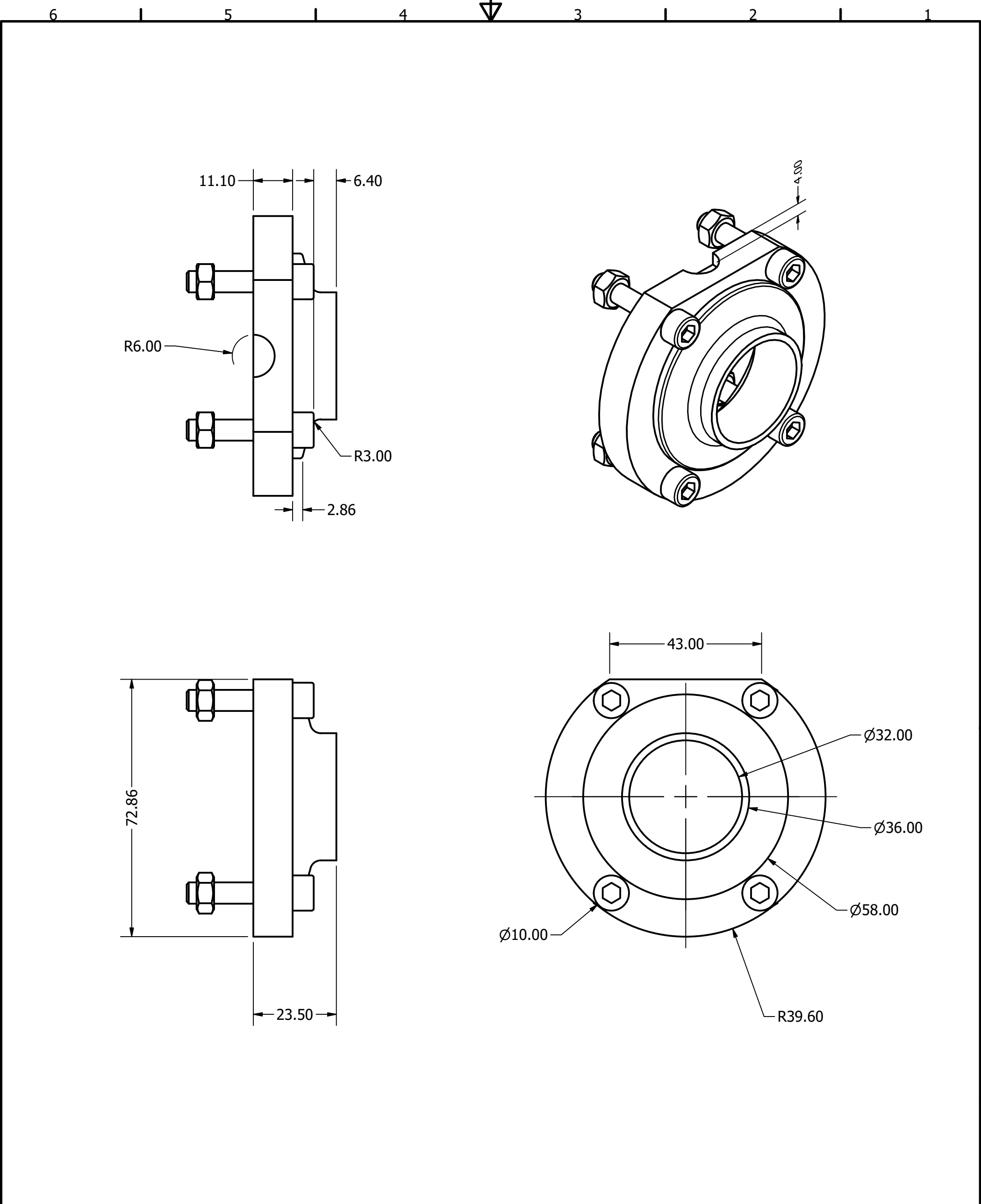


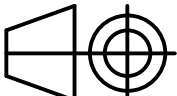
|                                                                                     |                                                                                                                    |           |                                                                                                                                                         |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Fecha: 29/08/25                                                                     | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div><div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div></div> |              |
| Autores                                                                             | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                                                                                                         |              |
|                                                                                     | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                                                                                                         |              |
| Materia                                                                             | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                                                                                                         |              |
| Escala<br>4:1                                                                       | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion                                                                                          |              |
|  |                                                                                                                    |           | INGE.2293.602.A3                                                                                                                                        | Unidad<br>mm |

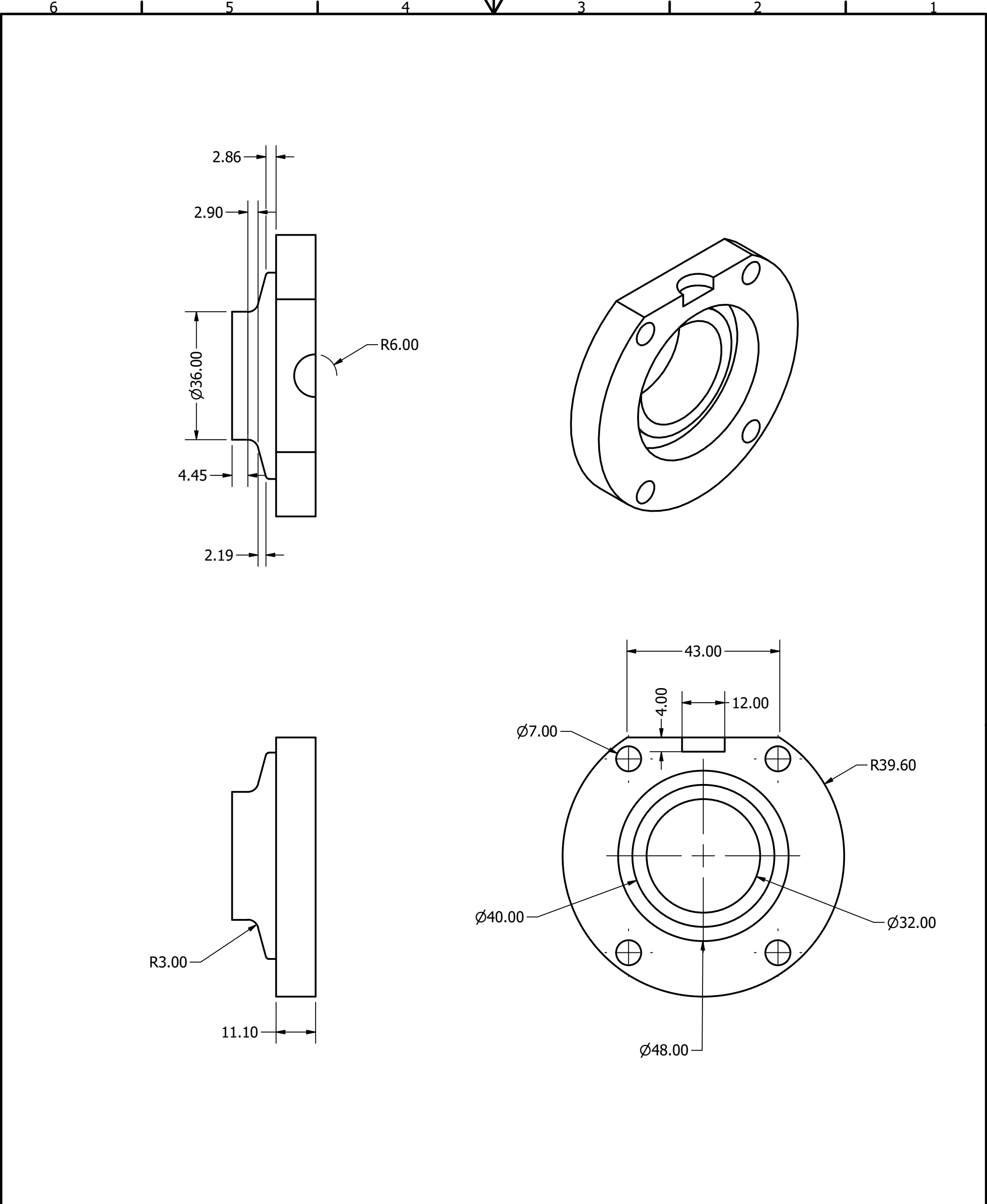


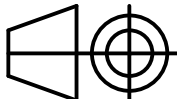
SECCIÓN E-E  
ESCALA 1 / 2

|                                                                                     |                                                                                                                    |        |           |                                                                                                                                                         |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Fecha: 29/08/25                                                                     |                                                                                                                    | NOMBRE | MATRICULA | <div><div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div></div> |  |
| Autores                                                                             | Kenyi Triviño                                                                                                      |        | 202000485 |                                                                                                                                                         |  |
|                                                                                     | William Tomala                                                                                                     |        | 201901568 |                                                                                                                                                         |  |
| Materia                                                                             | Materia Integradora                                                                                                |        |           | Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción                                                                                          |  |
| Escala<br>1:2                                                                       | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |        |           | Unidad<br>mm                                                                                                                                            |  |
|  |                                                                                                                    |        |           | INGE.2293.603.A3                                                                                                                                        |  |



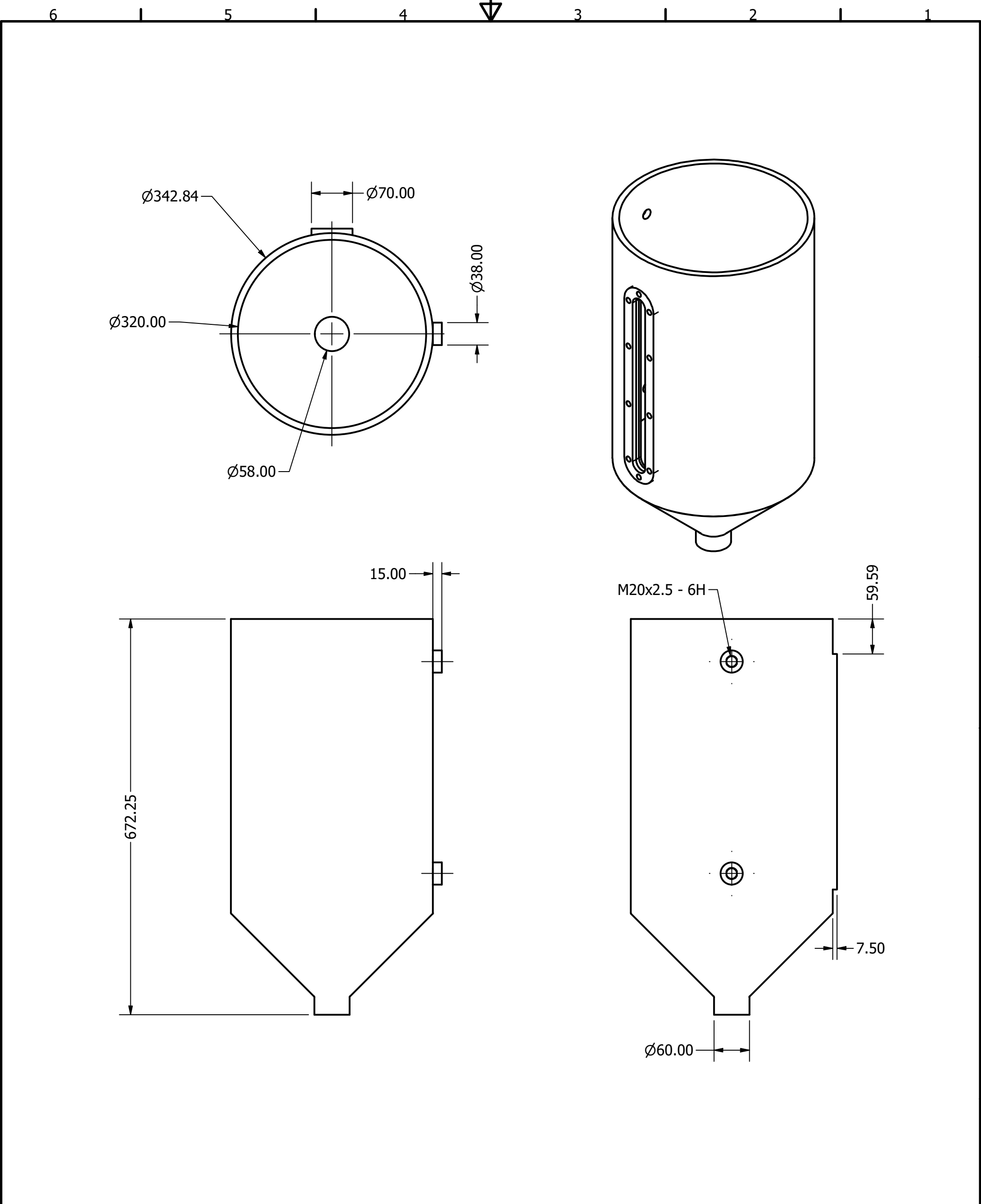
|                                                                                     |                                                                                                                    |                     |              |                                                                                                                                              |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Fecha: 29/08/25                                                                     |                                                                                                                    | NOMBRE              | MATRICULA    | <div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div> |  |
| Autores                                                                             | Kenyi Triviño                                                                                                      |                     | 202000485    |                                                                                                                                              |  |
|                                                                                     | William Tomala                                                                                                     |                     | 201901568    |                                                                                                                                              |  |
| Materia                                                                             |                                                                                                                    | Materia Integradora |              |                                                                                                                                              |  |
| Escala<br>1:1                                                                       | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |                     |              | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion                                                                               |  |
|  |                                                                                                                    |                     |              | INGE.2293.604.A3                                                                                                                             |  |
|                                                                                     |                                                                                                                    |                     | Unidad<br>mm |                                                                                                                                              |  |



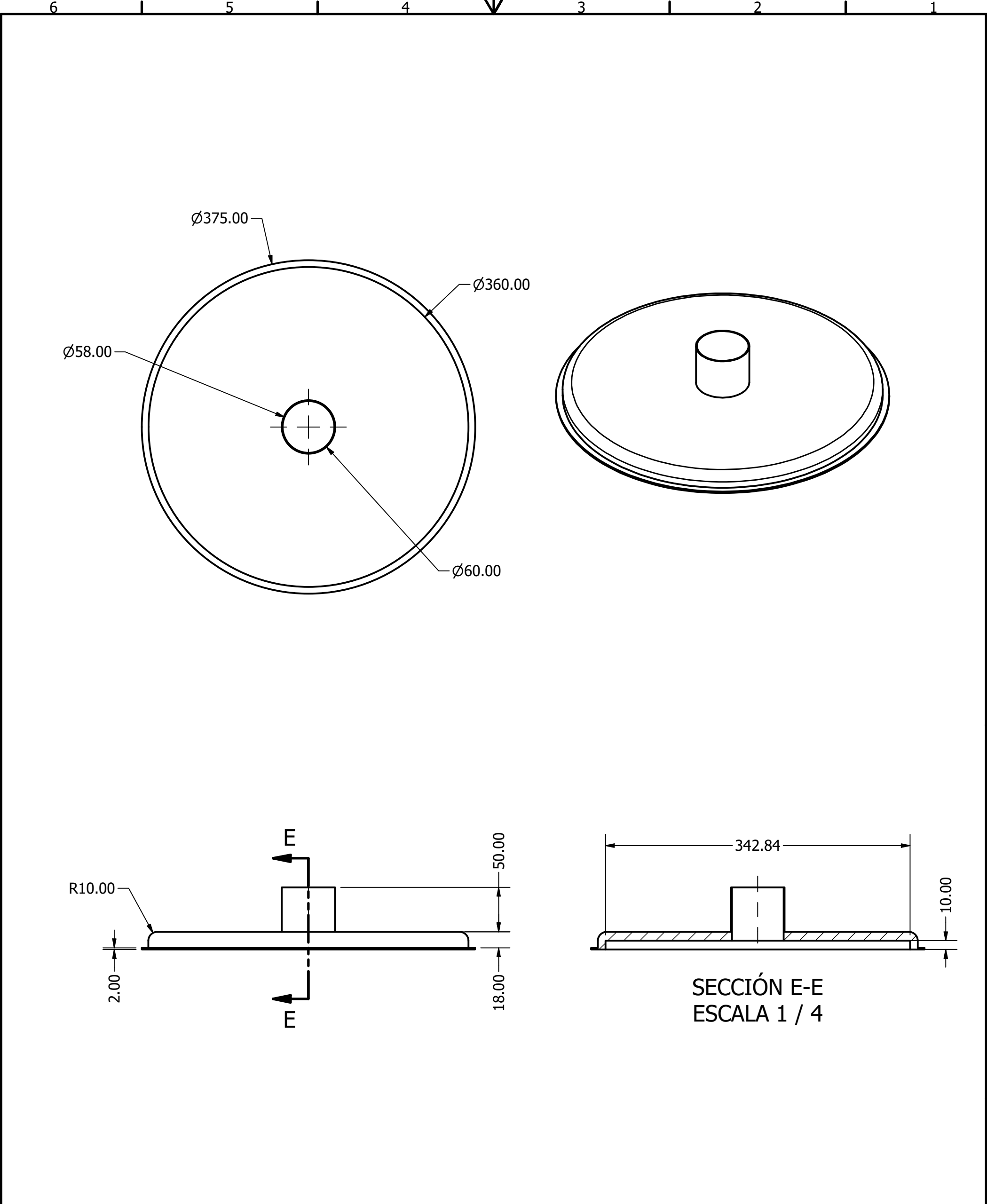
|                                                                                    |                                                                                                                    |           |                                                                                                                                                         |              |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Fecha: 29/08/25                                                                    | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div><div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div></div> |              |
| Autores                                                                            | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                                                                                                         |              |
|                                                                                    | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                                                                                                         |              |
| Materia                                                                            | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                                                                                                         |              |
| Escala<br>1:1                                                                      | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion                                                                                          |              |
|  |                                                                                                                    |           | INGE.2293.605.A3                                                                                                                                        | Unidad<br>mm |

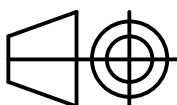




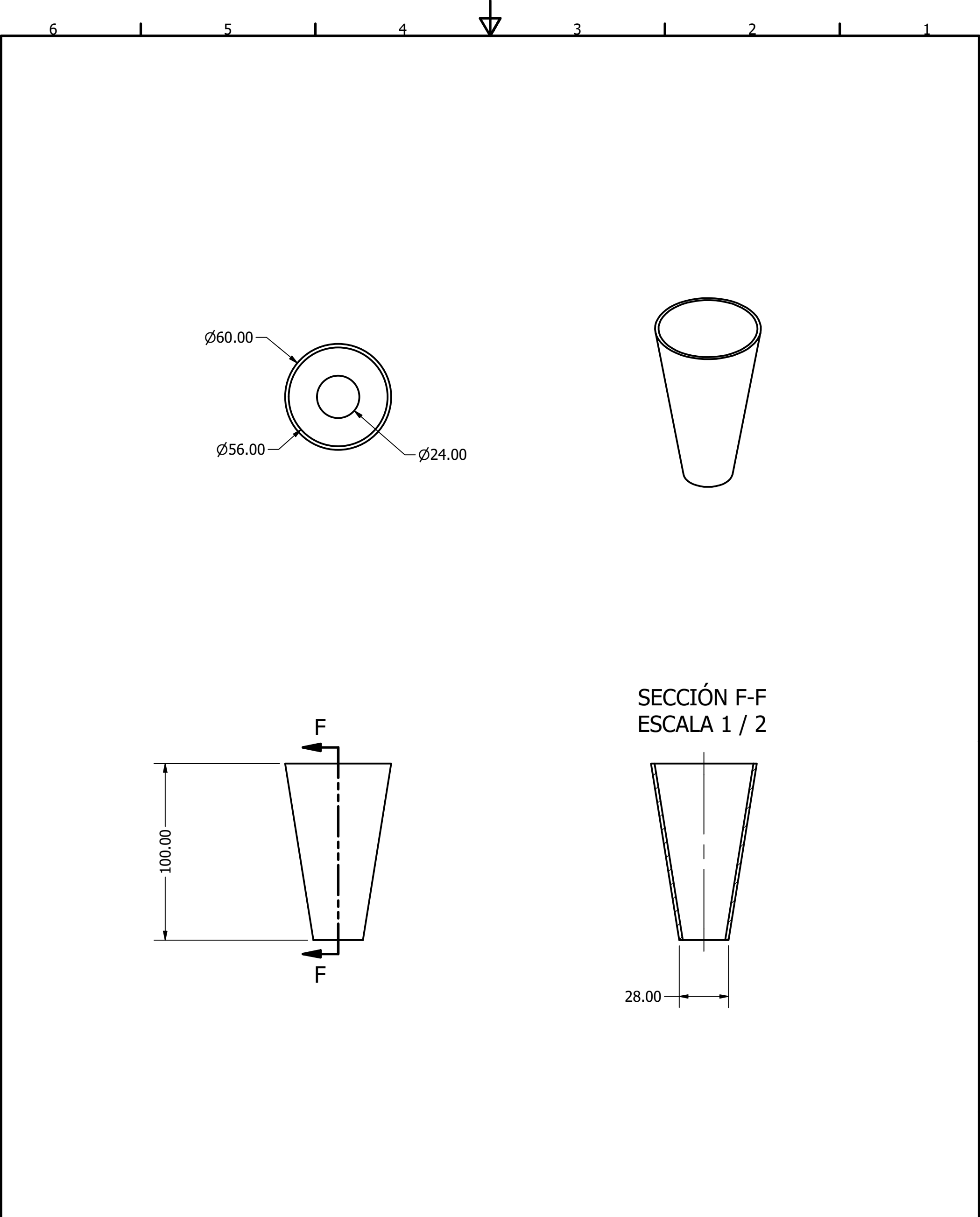


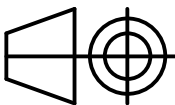
|                 |                                                                                                                    |           |                                                                          |              |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Fecha: 29/08/25 | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div>espol</div> <div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div> |              |
| Autores         | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                          |              |
|                 | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                          |              |
| Materia         | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                          |              |
| Escala<br>1:6   | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion           |              |
|                 |                                                                                                                    |           | INGE.2293.701.A3                                                         | Unidad<br>mm |

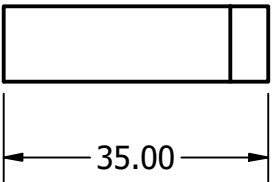
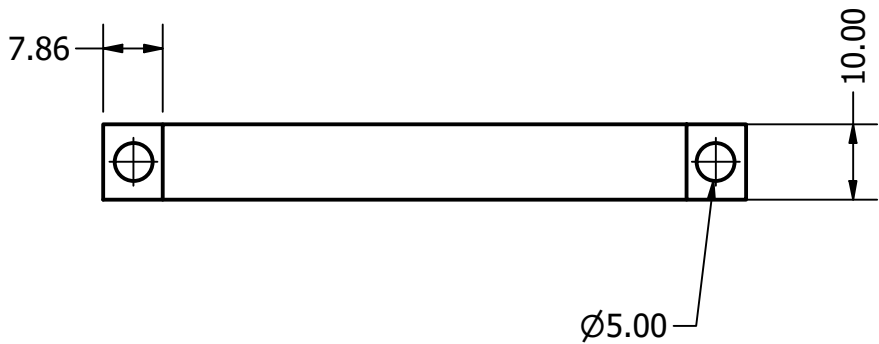
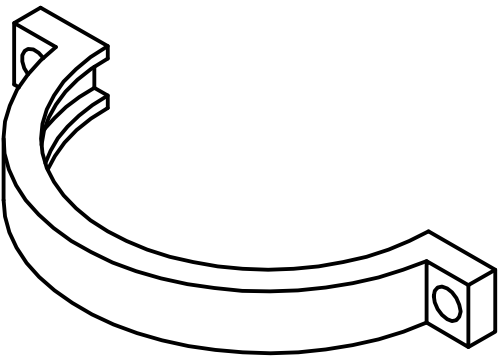
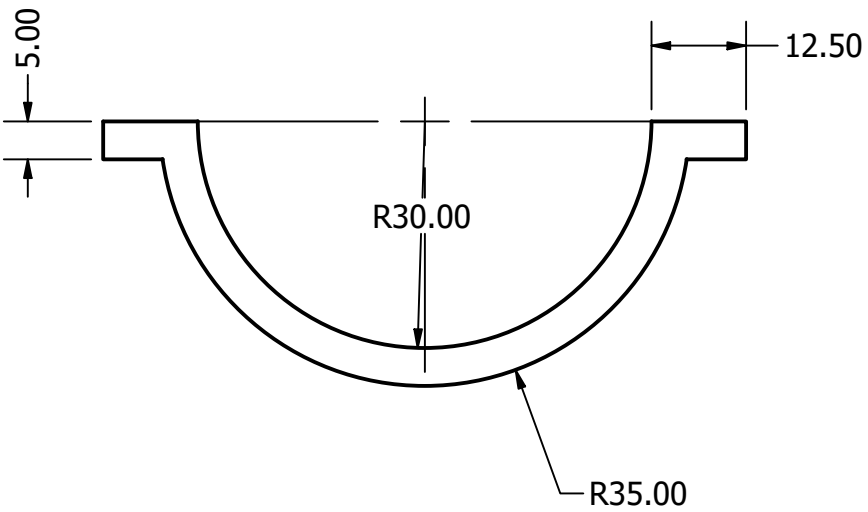


|                                                                                    |                                                                                                                    |           |                                                                                                                                                                    |              |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Fecha: 29/08/25                                                                    | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div><div></div><div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div></div> |              |
| Autores                                                                            | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                                                                                                                    |              |
|                                                                                    | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                                                                                                                    |              |
| Materia                                                                            | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                                                                                                                    |              |
| Escala<br>1:4                                                                      | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion                                                                                                     |              |
|  |                                                                                                                    |           | INGE.2293.702.A3                                                                                                                                                   | Unidad<br>mm |





|                                                                                     |                                                                                                                    |           |                                                                                                                                                         |                                                                |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------|
| Fecha: 29/08/25                                                                     | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div><div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div></div> |                                                                |              |
| Autores                                                                             | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                                                                                                         |                                                                |              |
|                                                                                     | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                                                                                                         |                                                                |              |
| Materia                                                                             | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                                                                                                         |                                                                |              |
| Escala<br>1:2                                                                       | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           |                                                                                                                                                         | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion |              |
|  |                                                                                                                    |           |                                                                                                                                                         | INGE.2293.703.A3                                               | Unidad<br>mm |



Fecha: 29/08/25

NOMBRE

MATRICULA

Autores

Kenyi Triviño

202000485

William Tomala

201901568

Materia

Materia Integradora



Escuela Superior  
Politécnica del Litoral

Escala

1:1

Título

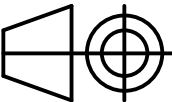
Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de  
llenado automatizado de yogurt griego

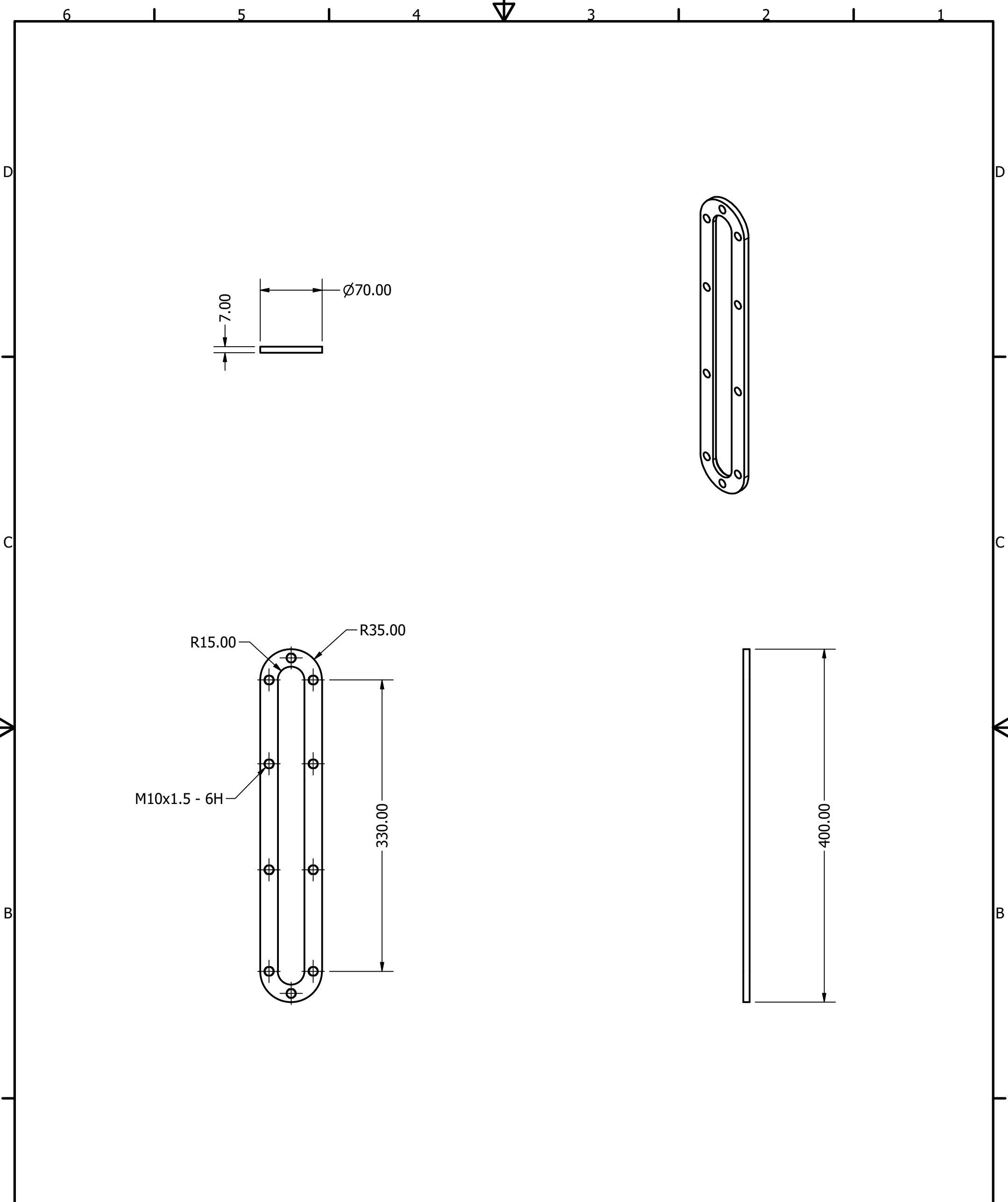
Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de  
la Produccion

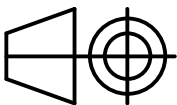
INGE.2293.704.A3

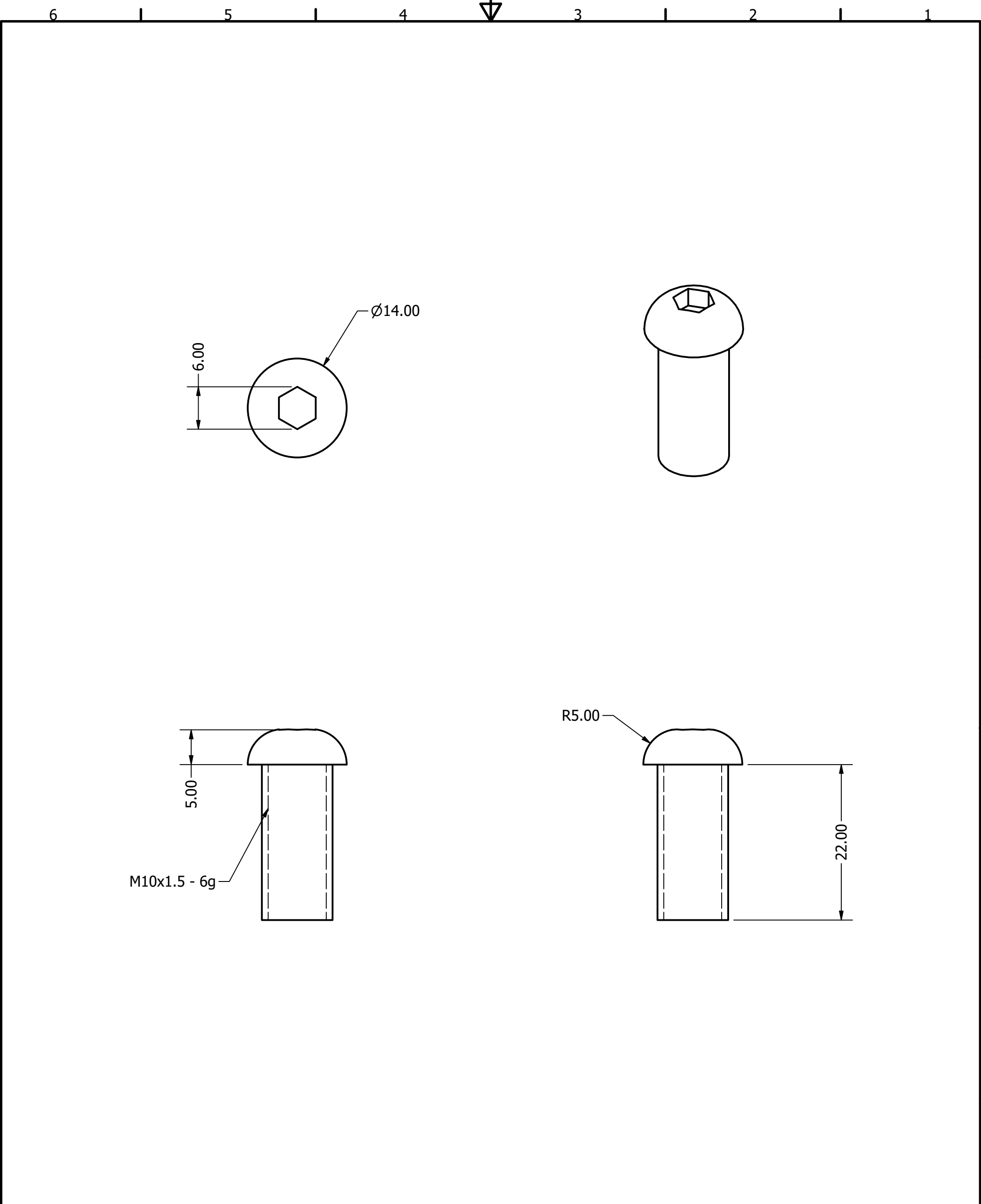
Unidad

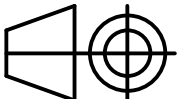
mm

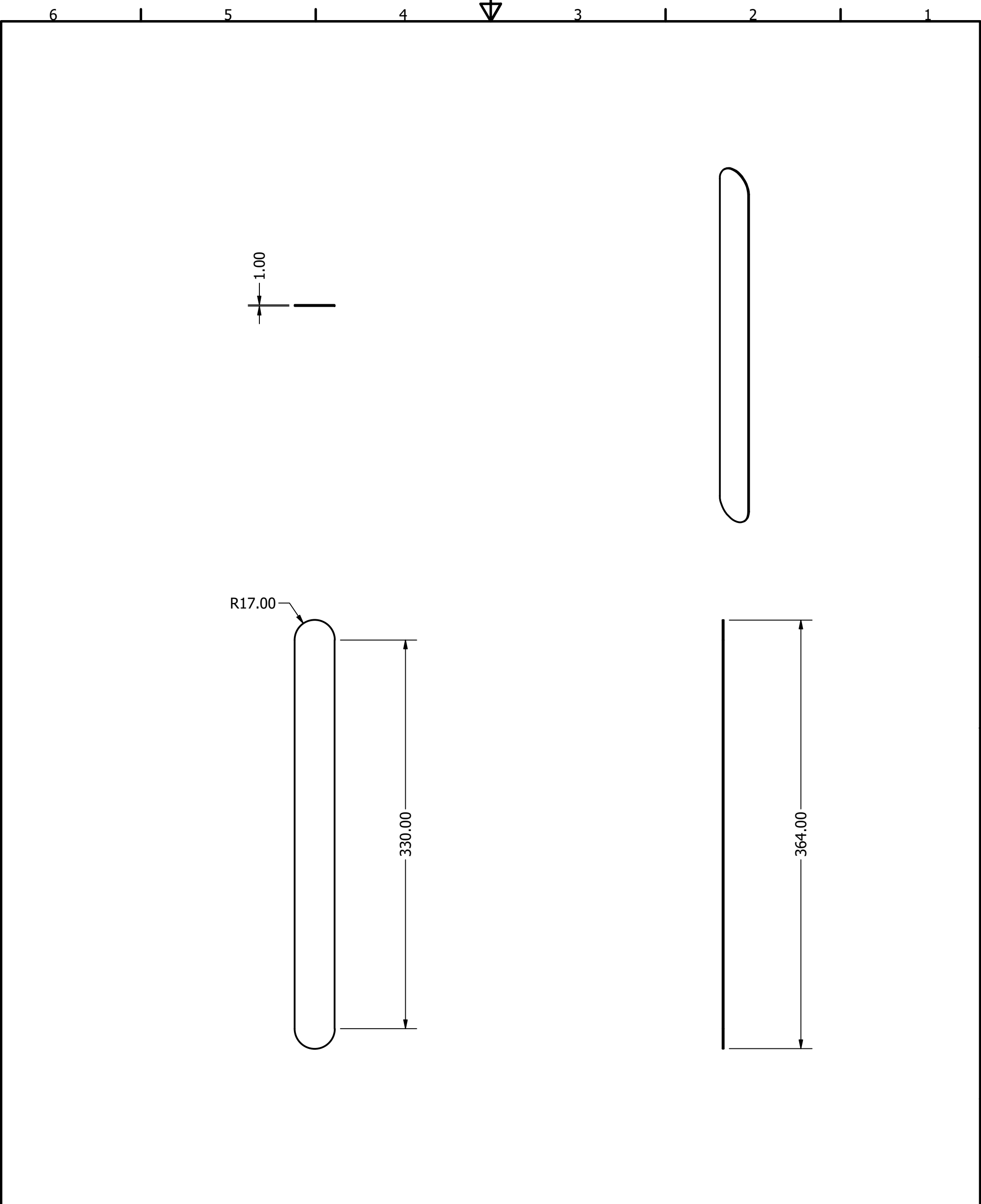




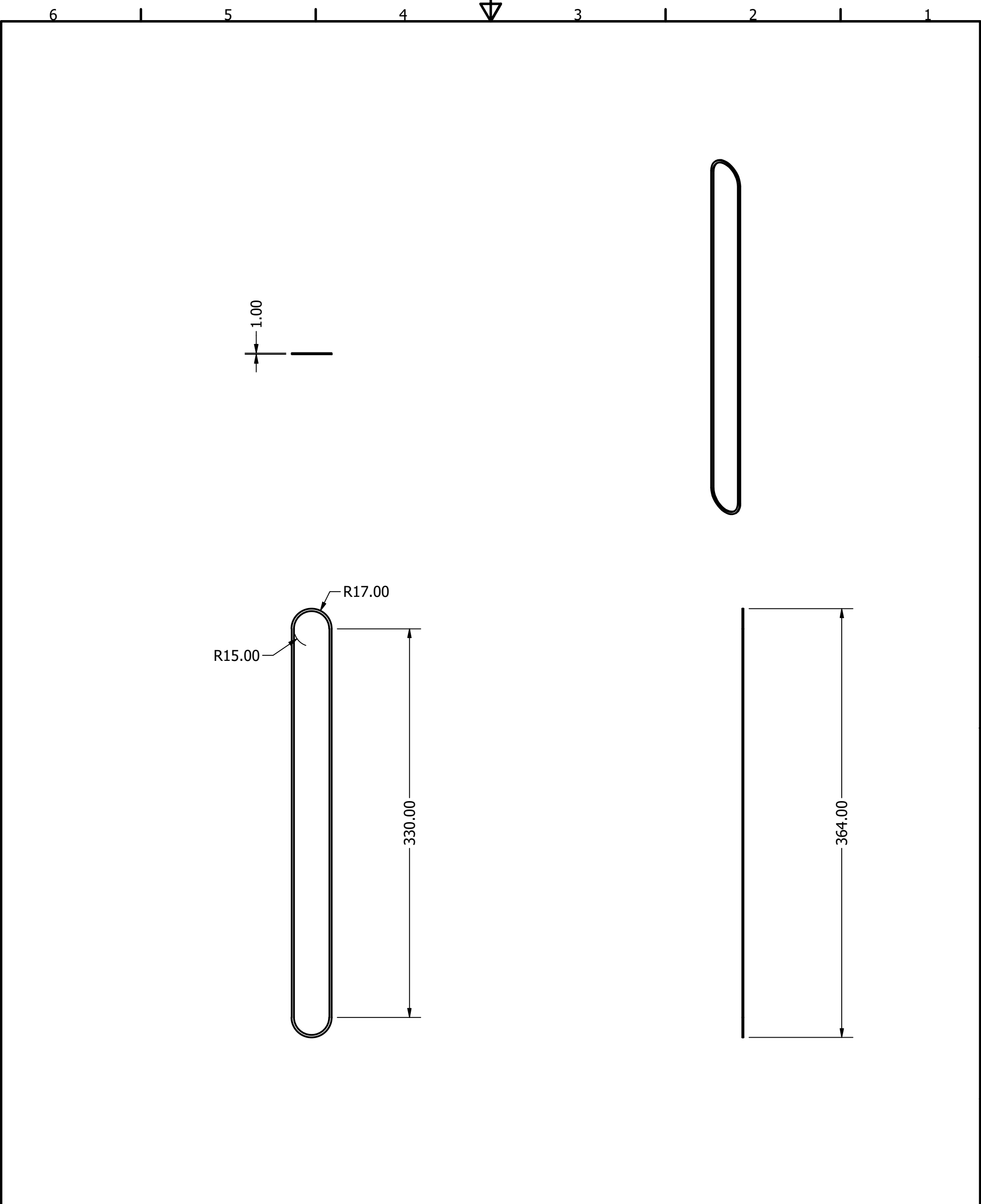
|                                                                                     |                                                                                                                    |           |                                                                                                                                                         |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Fecha: 29/08/25                                                                     | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div><div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div></div> |              |
| Autores                                                                             | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                                                                                                         |              |
|                                                                                     | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                                                                                                         |              |
| Materia                                                                             | Materia Integradora                                                                                                |           | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion                                                                                          |              |
| Escala<br>1:4                                                                       | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           |                                                                                                                                                         |              |
|  |                                                                                                                    |           | INGE.2293.705.A3                                                                                                                                        | Unidad<br>mm |



|                                                                                     |                                                                                                                    |                     |           |                                                                                                                                              |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Fecha: 29/08/25                                                                     |                                                                                                                    | NOMBRE              | MATRICULA | <div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div> |                  |
| Autores                                                                             | Kenyi Triviño                                                                                                      |                     | 202000485 |                                                                                                                                              |                  |
|                                                                                     | William Tomala                                                                                                     |                     | 201901568 |                                                                                                                                              |                  |
| Materia                                                                             |                                                                                                                    | Materia Integradora |           |                                                                                                                                              |                  |
| Escala<br>2:1                                                                       | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |                     |           | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion                                                                               |                  |
|  |                                                                                                                    |                     |           | INGE.2293.706.A3                                                                                                                             | Unidad<br><br>mm |

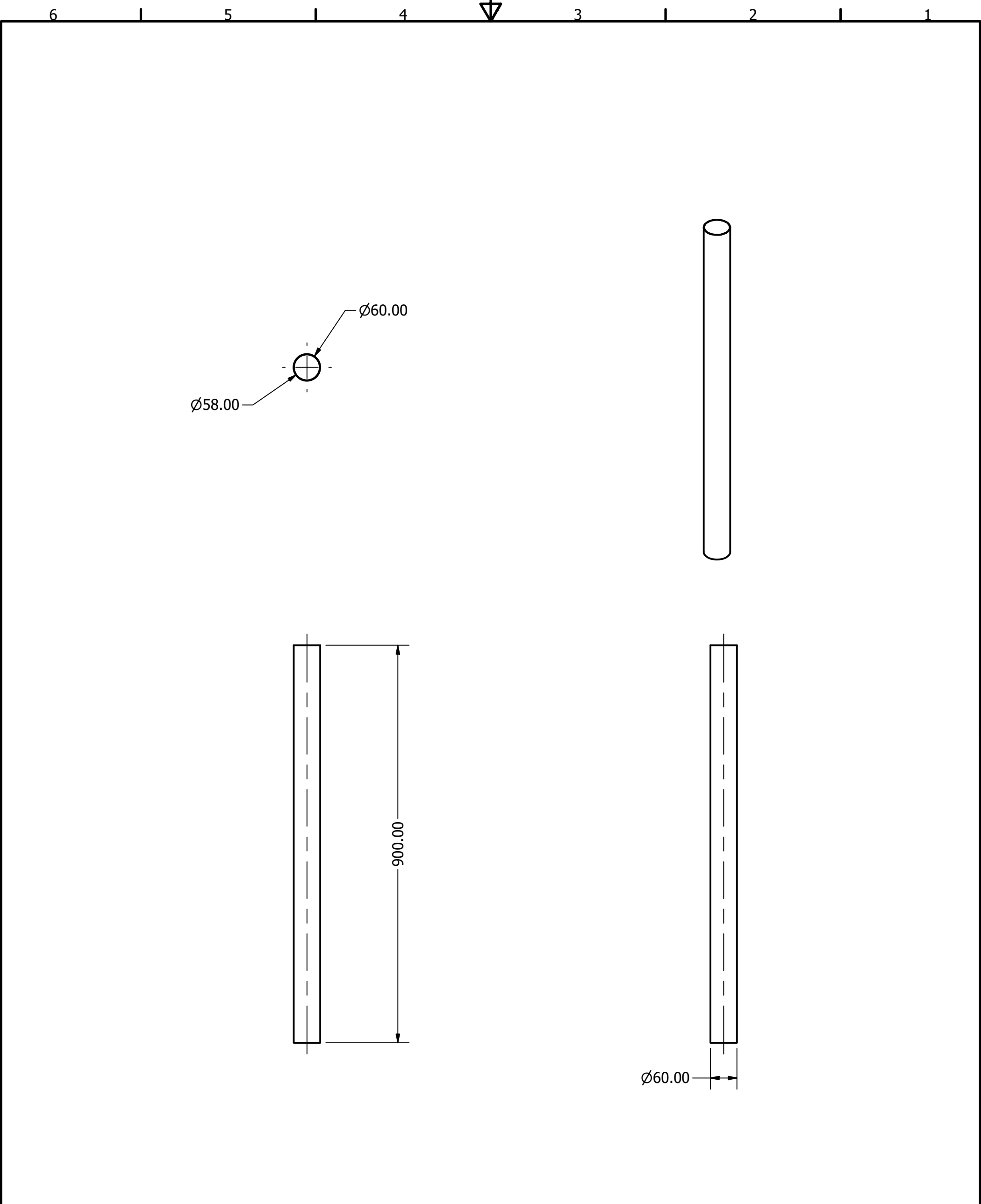


|                 |                                                                                                                    |           |                                                                          |              |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Fecha: 29/08/25 | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div>espol</div> <div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div> |              |
| Autores         | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                          |              |
|                 | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                          |              |
| Materia         | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                          |              |
| Escala<br>1:3   | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion           |              |
|                 |                                                                                                                    |           | INGE.2293.707.A3                                                         | Unidad<br>mm |

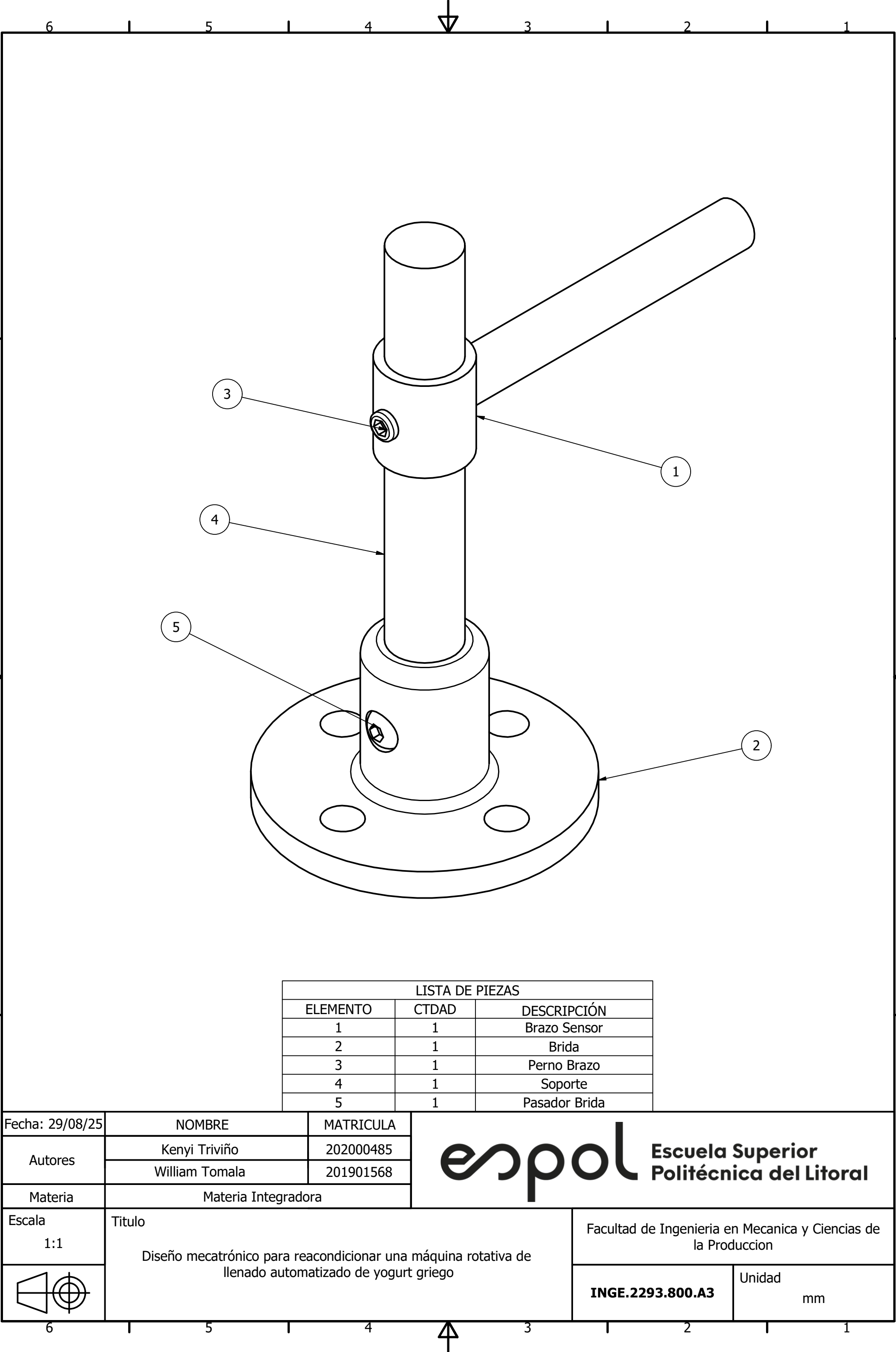


|                 |                                                                                                                    |           |                                                                                    |  |                                                                |              |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------|--------------|
| Fecha: 29/08/25 | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div><div>espol</div><div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div></div> |  |                                                                |              |
| Autores         | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                                    |  |                                                                |              |
|                 | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                                    |  |                                                                |              |
| Materia         | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                                    |  |                                                                |              |
| Escala<br>1:3   | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           |                                                                                    |  | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion |              |
|                 |                                                                                                                    |           |                                                                                    |  | INGE.2293.708.A3                                               | Unidad<br>mm |

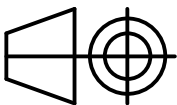




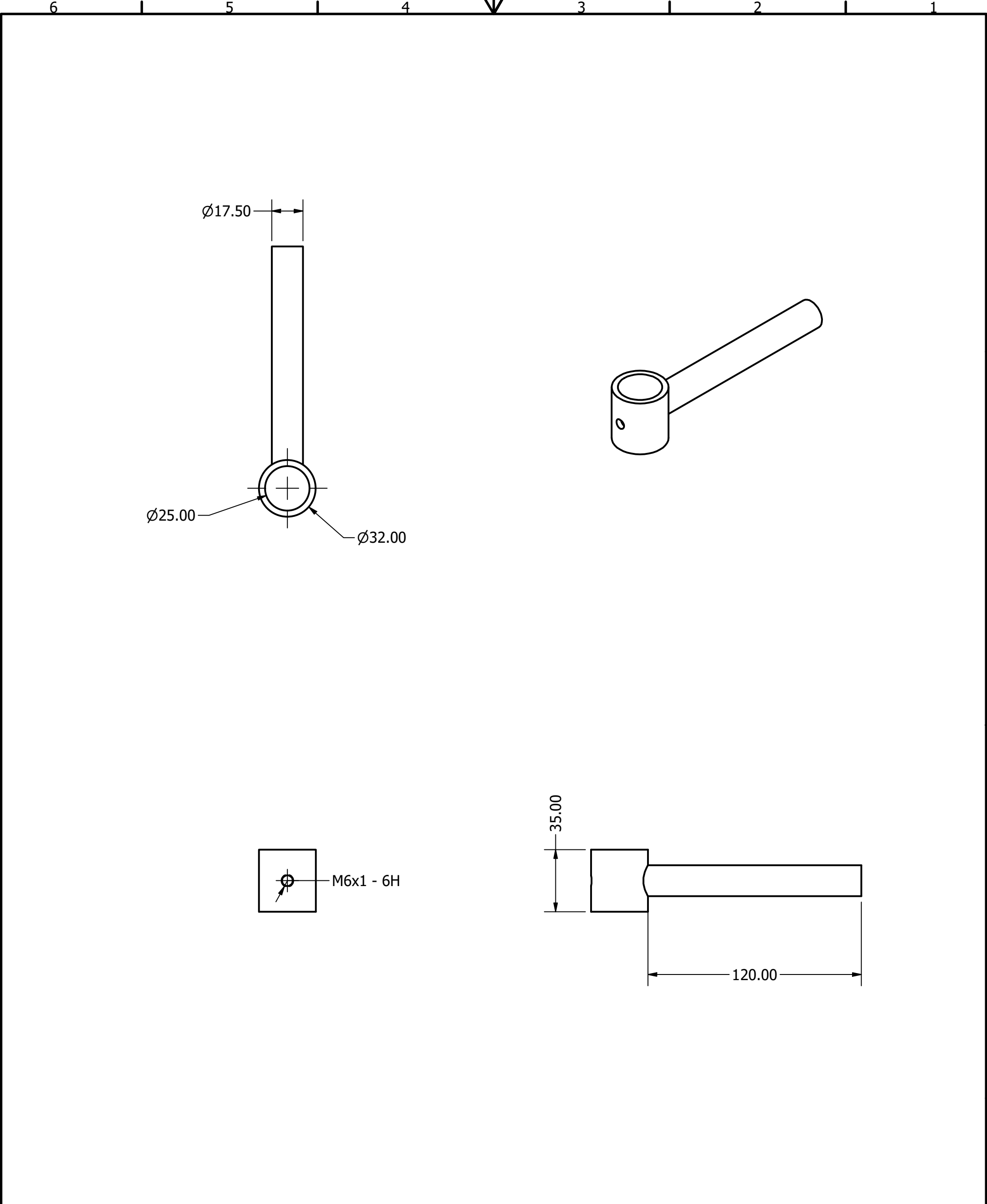
|                 |                                                                                                                    |           |                                                                          |                                                                |              |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------|
| Fecha: 29/08/25 | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div>espol</div> <div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div> |                                                                |              |
| Autores         | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                          |                                                                |              |
|                 | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                          |                                                                |              |
| Materia         | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                          |                                                                |              |
| Escala<br>1:4   | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           |                                                                          | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion |              |
|                 |                                                                                                                    |           |                                                                          | INGE.2293.709.A3                                               | Unidad<br>mm |



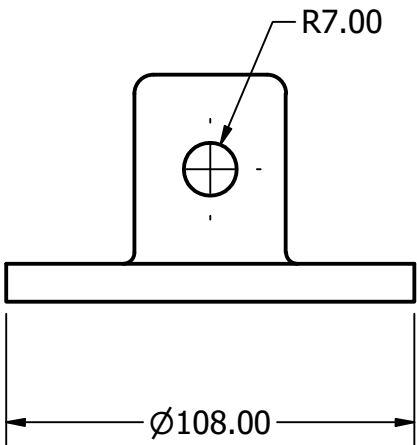
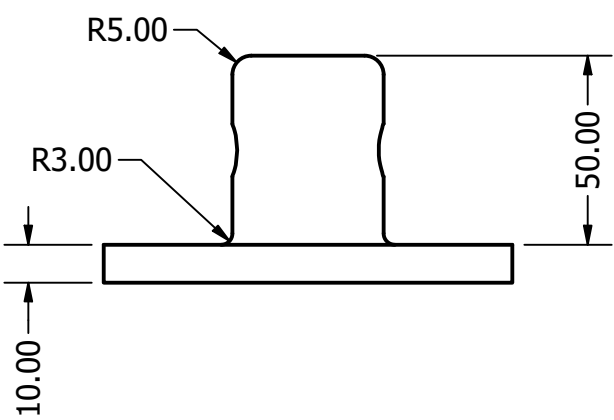
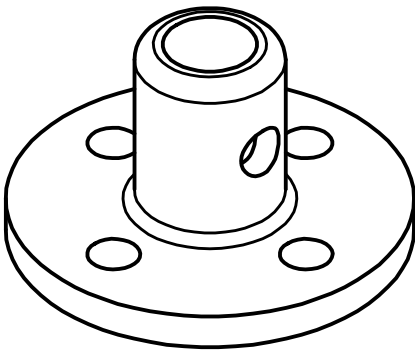
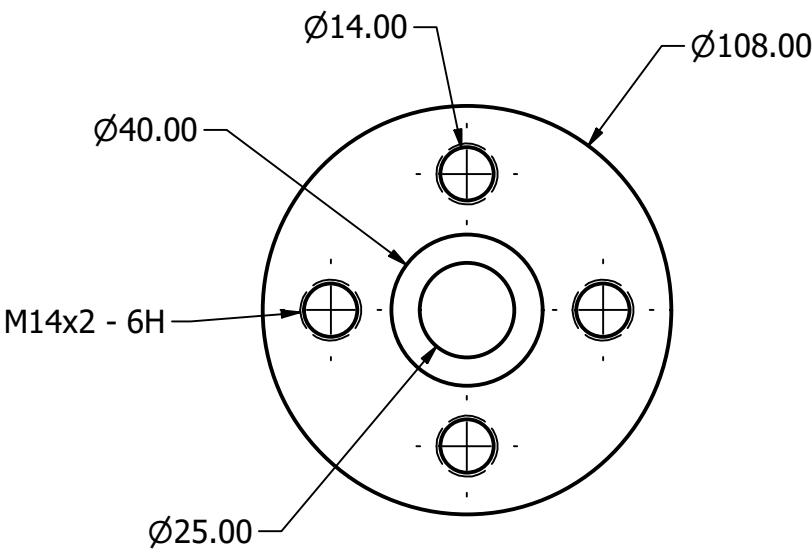
| LISTA DE PIEZAS |       |               |
|-----------------|-------|---------------|
| ELEMENTO        | CTDAD | DESCRIPCIÓN   |
| 1               | 1     | Brazo Sensor  |
| 2               | 1     | Brida         |
| 3               | 1     | Perno Brazo   |
| 4               | 1     | Soporte       |
| 5               | 1     | Pasador Brida |

|                                                                                     |                                                                                                                    |           |                                                                                                                                                         |                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Fecha: 29/08/25                                                                     | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div><div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div></div> |                                                                |
| Autores                                                                             | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                                                                                                         |                                                                |
|                                                                                     | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                                                                                                         |                                                                |
| Materia                                                                             | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                                                                                                         |                                                                |
| Escala<br>1:1                                                                       | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           |                                                                                                                                                         | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion |
|  |                                                                                                                    |           |                                                                                                                                                         | <div>INGE.2293.800.A3</div> <div>Unidad<br/>mm</div>           |





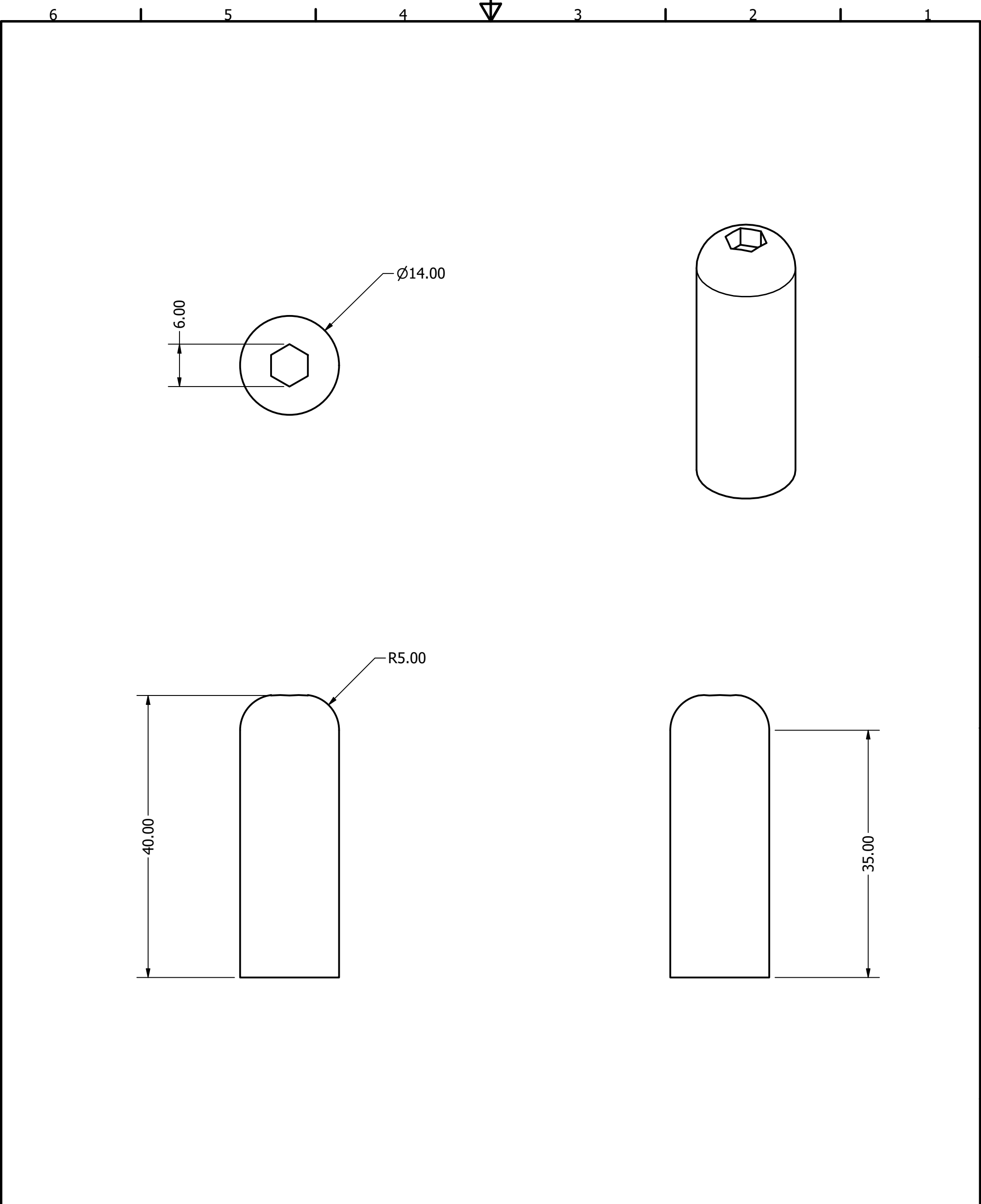
|                 |                                                                                                                    |           |                                                                          |              |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Fecha: 29/08/25 | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div>espol</div> <div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div> |              |
| Autores         | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                          |              |
|                 | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                          |              |
| Materia         | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                          |              |
| Escala<br>1:2   | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion           |              |
|                 |                                                                                                                    |           | INGE.2293.801.A3                                                         | Unidad<br>mm |



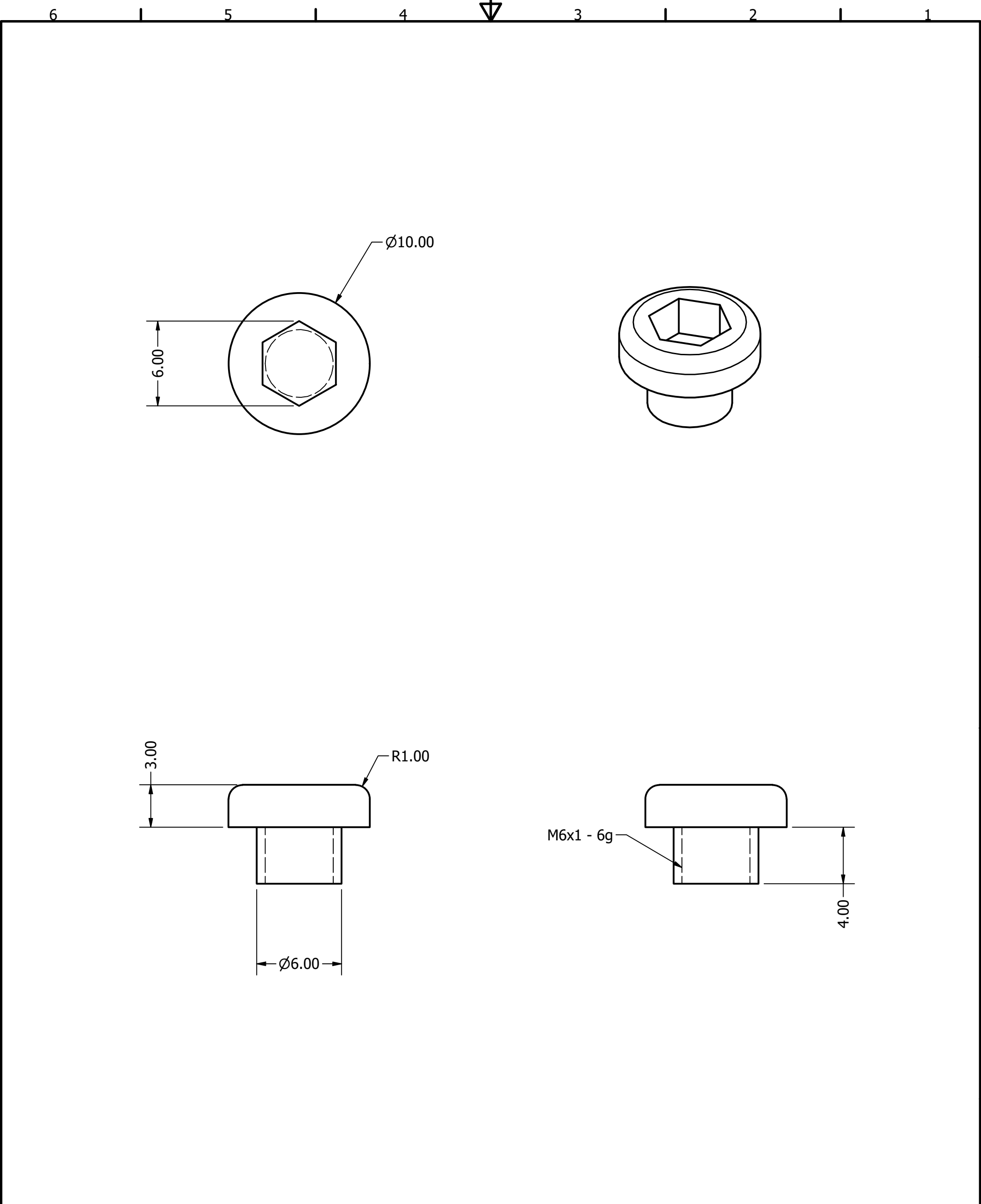
|                 |                     |           |
|-----------------|---------------------|-----------|
| Fecha: 29/08/25 | NOMBRE              | MATRICULA |
| Autores         | Kenyi Triviño       | 202000485 |
|                 | William Tomala      | 201901568 |
| Materia         | Materia Integradora |           |

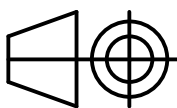


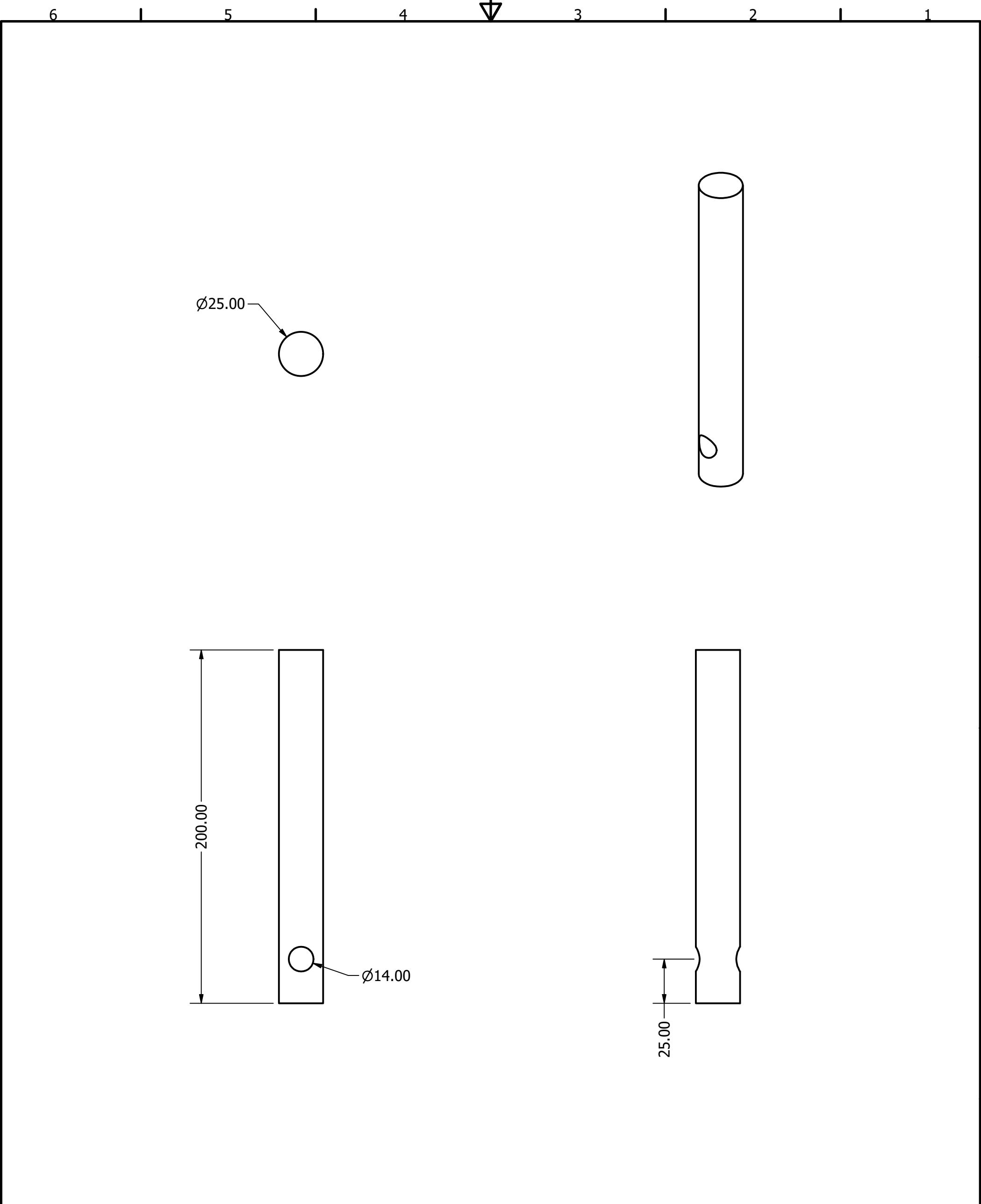
|               |                                                                                                                    |                                                                |              |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------|
| Escala<br>1:2 | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion |              |
|               |                                                                                                                    | INGE.2293.802.A3                                               | Unidad<br>mm |



|                 |                                                                                                                    |           |                                                                                    |  |                                                                |              |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------|--------------|
| Fecha: 29/08/25 | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div><div>espol</div><div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div></div> |  |                                                                |              |
| Autores         | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                                    |  |                                                                |              |
|                 | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                                    |  |                                                                |              |
| Materia         | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                                    |  |                                                                |              |
| Escala<br>2:1   | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           |                                                                                    |  | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion |              |
|                 |                                                                                                                    |           |                                                                                    |  | INGE.2293.803.A3                                               | Unidad<br>mm |



|                                                                                    |                                                                                                                       |           |                                                                                                                                                                    |                                                                   |                  |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------|
| Fecha: 29/08/25                                                                    | NOMBRE                                                                                                                | MATRICULA | <div><div></div><div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div></div> |                                                                   |                  |
| Autores                                                                            | Kenyi Triviño                                                                                                         | 202000485 |                                                                                                                                                                    |                                                                   |                  |
|                                                                                    | William Tomala                                                                                                        | 201901568 |                                                                                                                                                                    |                                                                   |                  |
| Materia                                                                            | Materia Integradora                                                                                                   |           |                                                                                                                                                                    |                                                                   |                  |
| Escala<br>4:1                                                                      | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de<br>llenado automatizado de yogurt griego |           |                                                                                                                                                                    | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de<br>la Produccion |                  |
|  |                                                                                                                       |           |                                                                                                                                                                    | INGE.2293.804.A3                                                  | Unidad<br><br>mm |



|                 |                                                                                                                    |           |                                                                          |  |                                                                |              |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------|--------------|
| Fecha: 29/08/25 | NOMBRE                                                                                                             | MATRICULA | <div>espol</div> <div>Escuela Superior<br/>Politécnica del Litoral</div> |  |                                                                |              |
| Autores         | Kenyi Triviño                                                                                                      | 202000485 |                                                                          |  |                                                                |              |
|                 | William Tomala                                                                                                     | 201901568 |                                                                          |  |                                                                |              |
| Materia         | Materia Integradora                                                                                                |           |                                                                          |  |                                                                |              |
| Escala<br>1:2   | Titulo<br><br>Diseño mecatrónico para reacondicionar una máquina rotativa de llenado automatizado de yogurt griego |           |                                                                          |  | Facultad de Ingenieria en Mecanica y Ciencias de la Produccion |              |
|                 |                                                                                                                    |           |                                                                          |  | INGE.2293.805.A3                                               | Unidad<br>mm |